

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem**



**Pflanzenschutzmittel und  
Vogelgefährdung**

Vorträge eines ornithologischen Rundgesprächs  
am 8. und 9. April 1991 in Münster / Westf.

zusammengestellt von

**Dr. Hubert Gemmeke**

und

**Dr. Hermann Ellenberg**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Münster  
und

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft,  
Fachgebiet Wildtierökologie und Jagd,  
Institut für Weltforstwirtschaft und Ökologie, Hamburg

Heft 280

Berlin 1992

*Herausgegeben*

*von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
Seelbuschring 9-17, D-1000 Berlin 42

ISSN 0067-5849

ISBN 3-489-28000-8

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Pflanzenschutzmittel und Vogelgefährdung:** Vorträge eines Ornithologischen Rundgesprächs am 8. und 9. April 1991 in Münster, Westfalen / zsgest. von H. Gemmeke und H. Ellenberg. Hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem. – Berlin; Hamburg : Parey [in Komm.], 1992

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 280)

ISBN 3-489-28000-8

NE: Gemmeke, H. [Hrsg.]; Ornithologisches Rundgespräch <1991, Münster, Westfalen>; Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft <Berlin; Braunschweig > : Mitteilungen aus der ...

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk- sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs- pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1992 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Seelbuschring 9-17, D-1000 Berlin 42  
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62

## INHALTSVERZEICHNIS

	SEITE
<b>Vorwort</b>	8
<b>Programm</b>	9
<b>Teilnehmerliste</b>	10
<b>Vögel und Pestizide - Zur Einführung</b>	11
<b>Einführung in die Problematik</b>	
F. Klingauf:	15
Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutz- mitteln in der Bundesrepublik Deutschland	
G. Joermann:	29
Moderne Pflanzenschutzmittel und ihre Auswirkungen auf die Vogelwelt	
H. Gemmeke:	36
Chemische Pflanzenschutzmittel in der Agrarlandschaft (Ort, Zeit, Umfang) und ihre Bedeutung für die Vogelwelt	
H. Ellenberg:	73
Eutrophierung als wesentliches "Hintergrund-Problem" für wildle- bende Organismen in Mitteleuropa	
<b>Situation der Avifauna</b>	
M. Wink:	95
Zur Situation der Vogelwelt in der Agrarlandschaft	

**Auswirkungen von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf Vögel**

G. Steiner:	Untersuchungen zur Brutbiologie des Feldsperlings ( <i>Passer montanus</i> L.)	109
B. Riedel & Marion Riedel:	Der Einfluß einer aviochemischen Insektizidbehandlung mit Dimethoat auf Nahrungsangebot, Verhalten und Nestlingsentwicklung beim Feldsperling ( <i>Passer montanus</i> L.)	116
D. Hänisch & H. Gemmeke:	Saatgutbehandlung bei Raps und Vogelgefährdung	123
B. Riedel, Kathrin Wolf & H. Litzbarski:	Die Anwendung von inkrustiertem Raps-saatgut aus der Sicht des Vogelschutzes	131
R. Roßbach:	Zur Problematik Oftanol- bzw. Carbosulfanhaltiger Saatgutbeizmittel (Wirkstoffe: Isofenphos bzw. Carbosulfan)	137

**Nachweis von Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel auf Vögel im Labor**

G. Joermann:	Die Toxikologie von Organophosphaten und Carbamaten bei Vögeln	139
A. Waschulewski & H.A. Rüssel-Sinn:	Bestimmung von Metaboliten der Phosphorsäureester in Tierorganen	146

	SEITE
E. Hahn & Karin Hahn:	148
Bioindikation mit Federn ausgewähl- ter Vogelarten zum Nachweis von Nahrungsketteneffekten bei Queck- silber sowie atmosphärischen Blei- und Cadmiumdepositionen	
 <b>Methodische Probleme der Erfassung von Auswirkungen chemischer Pflanzenschutzmittel auf Vögel im Freiland</b>	
E.R. Scherner:	161
Populationsbiologie der Vögel und Ökotoxikologie chemischer Pflan- zenschutzmittel	
H. Ranftl:	171
Datenerfassung zur Interpretation von Bestandsveränderungen der Vogelwelt in Agrarökosystemen	
N. Zbinden, U. Bühler & M. Jenny:	176
Aspekte zur Frage der Vogelgefährdung durch Pflanzenschutzmittel in der Schweiz	
H. Oelke:	181
Vogelmonitoring im Kulturland Möglichkeiten und Grenzen der Feldmethoden	
 <b>Risikobewertung chemischer Pflanzenschutzmittel im Zulassungsverfahren</b>	
G. Joermann:	192
Die Beurteilung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Vögel im Rahmen der Zulassung	
<b>Autorenliste</b>	<b>198</b>

## CONTENTS

	PAGE
<b>Preface</b>	8
<b>Program</b>	9
<b>Participants</b>	10
<b>Birds and Pesticides - Introduction</b>	11
F. Klingauf	15
Testing and authorization of plant protection products in the Federal Republic of Germany	
G. Joermann:	29
Effects of Modern Plant Protection Products	
H. Gemmeke:	36
Pesticides and bird populations - Time, quantity and area of pesticide application on cultivated land	
H. Ellenberg:	73
Eutrophication as a significant background problem for European wildlife	
M. Wink:	95
Situation of Birds on Farmland	
G. Steiner:	109
Studies on the breeding biology of the tree sparrow ( <i>Passer montanus</i> L.)	
B. Riedel & Marion Riedel:	116
Effects of the application of the insecticide dimethoate from aircraft on food supply, behaviour, and development of nestlings in tree sparrows ( <i>Passer montanus</i> L.)	
D. Hänisch & H. Gemmeke:	123
Seed treatment of rape seed and its hazards to birds	

	PAGE
B. Riedel, Kathrin Wolf & H. Litzbarski:	131
R. Roßbach:	137
G. Joermann:	139
A. Waschulewski & H.A. Rüssel-Sinn:	146
E. Hahn & Karin Hahn:	148
E.R. Scherner:	161
H. Ranftl:	171
N. Zbinden, U. Bühler & M. Jenny:	176
H. Oelke:	181
G. Joermann:	186
<b>Contributors</b>	<b>198</b>

## VORWORT

### Preface

Am 8. und 9. April 1991 fand im Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster ein ornithologisches Rundgespräch über Pflanzenschutzmittel und Vogelgefährdung statt, zu dem Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen, vorwiegend Feldornithologen, eingeladen waren. Trotz des kurzfristig anberaumten Termins sind 23 Kollegen der Einladung gefolgt und haben mit aktuellen Beiträgen zum Gelingen des Rundgesprächs beigetragen. Dank gebührt allen Teilnehmern für die sachliche Diskussion und für die Bereitschaft, ihre Beiträge für das vorliegende Heft der Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt zur Verfügung zu stellen.

Für die finanzielle Unterstützung sei der Gemeinschaft der Förderer und Freunde der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft gedankt. Danken möchten wir ferner Herrn G. Brown für die Durchsicht der englischen Zusammenfassungen auf sprachliche Korrektheit, sowie Frau M. Budde und Frau M. Ternirsen, die neben der Erstellung von Tabellen und Graphiken auch einen Großteil der redaktionellen Arbeit übernommen haben.

Mit dem Einsatz chlorierter Kohlenwasserstoffe sowie verschiedener Schwermetalle in Pflanzenschutzmitteln begann nach Meinung von Vogelschützern der Leidensweg vieler Vogelarten, der durch den Tod zahlreicher Tiere und durch die Reduzierung zahlreicher Vogelpopulationen gekennzeichnet war. Pflanzenschutzmittel, auch Pestizide genannt, werden seitdem von ihren Gegnern für Vogelvergiftungen, Vogelsterben, Bestandsrückgang und Artentod verantwortlich gemacht. Größtenteils unbewiesene, häufig auch emotionsgeladene und einseitige Behauptungen haben bisher eine sachliche Diskussion zwischen Befürwortern und Gegnern chemischen Pflanzenschutzes erschwert bzw. unmöglich gemacht. Auch auf institutioneller Ebene, z.B. zwischen Biologischer Bundesanstalt als Zulassungsbehörde für Pflanzenschutzmittel und ornithologischen Verbänden und Vereinen, fehlt es an einer konstruktiven Zusammenarbeit. Vor dem Hintergrund eines gewandelten Pflanzenschutzes in Richtung umweltschonender Pflanzenschutzmittel möchte die Biologische Bundesanstalt durch das Rundgespräch zu einer Versachlichung der Diskussion beitragen. Den Zielen des Vogelschutzes ist am besten gedient, wenn die Ursachen des seit längerem zu beobachtenden Bestands- und Artenrückgangs in der Vogelwelt der Agrarlandschaft erkannt werden und die Rolle, die Pflanzenschutzmittel dabei spielen, wissenschaftlich untersucht wird. Forderungen nach einer Reduzierung der Anwendung bzw. einer Rücknahme der Zulassung problematischer Mittel kann nach der heutigen Rechtssprechung nur dann entsprochen werden, wenn aus Untersuchungsergebnissen deutlich wird, daß durch die Mittel nicht vertretbare Gefahren für den Naturhaushalt entstehen können.

Wir hoffen, daß mit dieser Gesprächsrunde der erste Schritt in Richtung fruchtbarer Zusammenarbeit aller interessierten Gruppen über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Vogelwelt unternommen wurde. Gleichzeitig soll dazu angeregt werden, sich verstärkt um die Erforschung der Ursachen des Bestands- und Artenrückgangs zu bemühen.



## ORNITHOLOGISCHES RUNDGESPRÄCH ÜBER PFLANZENSCHUTZ UND VOGELGEFÄHRDUNG

Tagungsort: Bibliothek des Instituts für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt in Münster (Westf.)

Programm:

Aufgaben der Biologischen Bundesanstalt als Zulassungsbehörde und Forschungsinstitution, insbesondere in bezug auf den Schutz des Naturhaushaltes, Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Situation der Avifauna in der Kulturlandschaft

- Verbreitungsmuster und Dynamik von Vogelgesellschaften
- Faunenverschiebung in Vogelzönosen
- Veränderung im Artenspektrum
- Veränderung der Bestandsdichten

Ursachen der Veränderungen bei Artenzahl und Bestandsdichten

- Bodennutzung (Siedlungsstruktur, Flurbereinigung, Fruchtfolgen usw.)
- Pflanzenschutzmittel
  - Zugelassene Mittel
  - Toxizität
  - Art der Anwendung
  - Risikobewertung

Nachweis von Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel auf die Avifauna

- akute Toxizität
- Rückstandsanalysen
- langfristige Populationsveränderungen
- vergleichende Erhebungen

Methodische Probleme der Erfassung von Einflüssen im Gelände

Suche nach Lösungsansätzen für gezielte Forschungsarbeiten

**Teilnehmerliste:**

Dr. UELI BÜHLER, Via Tuma Platta 1, CH-7013 Domat/Ems Tel. 0041-81/36 17 15

Dr. BERND CONRAD, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Nordrhein-Westfalen, Leibnitzstr. 10, 4350 Recklinghausen, Tel. 02361/30 51

Dr. habil. HERMANN ELLENBERG, Bundesforschungsanstalt für Holz- und Forstwirtschaft, Institut für Weltforstwirtschaft und Ökologie, Leuschnerstr. 91, 2050 Hamburg 80, Tel. 040/73 96 24 05

Dr. HUBERT GEMMEKE, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Toppheideweg 88, 4400 Münster, Tel. 0251/8 60 18

Dr. DETLEF HÄNISCH, Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40, 4400 Münster, Tel. 0251/2 37 66 67

KARIN und Dr. EDMUND HAHN, Auf der Heide 16, 5170 Jülich-Welldorf, Tel. 02463/62 05

HARTMUT HECKENROTH, Niedersächs. Landesverwaltungsamt, Scharnhorststr. 1, 3000 Hannover, Tel. 0511/1 08 53 18

Dr. GERHARD JOERMANN, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Mittelprüfung, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/39 93 85

Dr. GERHARD KLAFS, Institut für Landschaftsordnung und Naturschutz, Wampener Str., O-2201 Neuenkirchen

Prof. Dr. FRED KLINGAUF (Präsident der BBA), Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/39 92 00

ROLF LILLE, Institut für Haustierkunde der Universität Kiel, Olshausenstr. 40, 2300 Kiel

Dr. HEINZ LITZBARSKI, Naturschutzstation, O-1831 Buckow

Dr. JOCHEN MÜLLER, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Toppheideweg 88, 4400 Münster, Tel. 0251/8 60 18

Prof. Dr. HANS OELKE, Zoologisches Institut der Universität Göttingen, Berliner Str. 28, 3400 Göttingen, Tel. 0551/39 54 02

Dr. HANS-JOACHIM PELZ, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Toppheideweg 88, 4400 Münster, Tel. 0251/8 60 18

Dr. HELMUT RANFTL, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Vogelkunde, Triesdorf, Am Kreuzweiher 3, 8825 Weidenbach, Tel. 09826/97 30

Dr. BERND RIEDEL, Lindenhof 3, O-5701 Seebach

Prof. Dr. HARALD A. RÜSSEL-SINN, Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 3000 Hannover 1, Tel. 0511/8 56 75 44

Dr. Erwin RUDOLF SCHERNER, Gesellschaft für biologische Landeserkundung, Im Wiesengrund 5a, 4594 Garrel, Tel. 04474/83 81

GOTTHARD STEINER, Schunter Str. 15, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/34 64 55

Dr. DIETER STURHAN, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Toppheideweg 88, 4400 Münster, Tel. 0251/8 60 18

Prof. Dr. MICHAEL WINK, Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 364, 6900 Heidelberg, Tel. 06221/56 28 80

## VÖGEL UND PESTIZIDE - ZUR EINFÜHRUNG

### Birds and Pesticides - Introduction

Die vorliegende Sammlung von Aufsätzen ist das Ergebnis eines Rundgesprächs an der Biologischen Bundesanstalt (BBA) im April 1991. Dieses Rundgespräch hatte zwei Anlässe:

- die Tatsache, daß basierend auf neuen gesetzlichen Grundlagen, die Zahl der durch die BBA in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel und auch die der Wirkstoffe im Vergleich zu früheren Jahren wesentlich reduziert werden konnte (vergl. den Beitrag von KLINGAUF).
- die durch GEMMEKE (in diesem Band) erarbeitete Übersicht über die räumlichen Schwerpunkte des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln im Bereich der Landwirtschaft, die in groben Zügen die Verwendung dieser Hilfsmittel nach qualitativen und quantitativen Kriterien beschreibt.

Nach dem "Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa" zum Thema "Greifvögel und Pestizide" (ELLENBERG 1981) schien es somit angebracht, erneut einen Versuch zur Beurteilung der Sachlage "heute" zu unternehmen. Dabei sollte das Augenmerk den Vögeln der durch die Landwirtschaft besonders geprägten Lebensräume gelten. Hier ist in den vergangenen Jahrzehnten und Jahren ein auffälliger Rückgang an Arten und Individuen zu verzeichnen, der sich nicht nur auf unser Land beschränkt (JÄGER 1987; BAUER & HEINE 1992). Der Verdacht wurde geäußert, daß an diesen Verlusten an biologischer Vielfalt der Einsatz von "Pestiziden" maßgeblich beteiligt gewesen sei.

Heute werden jedoch persistente, akkumulierende Giftstoffe kaum noch verwendet - jedenfalls nicht in legalen Einsätzen. Stattdessen werden "neue", oft spezifischer wirksame, gelegentlich - unter Umständen kurzfristig - hochtoxische Stoffe ausgebracht. Bei sachgemäßem Einsatz scheinen sie für Vögel unbedenklich - "Unfälle" werden jedoch immer wieder beklagt (z.B. VAUK 1991). Sie gehen in der Regel auf unsachgemäße, manchmal sogar auf kriminelle Verwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel zurück - und halten das Mißtrauen gegenüber den "Pestiziden" in der Bevölkerung und bei Vogelbeobachtern wach. Akute Vergiftungen geschehen in diesem Zusammenhang vor allem durch Phosphorsäureester und Carbamate (z.B. HAAS 1987; MINEAU 1991).

Vor diesem Hintergrund ergeben sich Fragen, die wir in unserem Rundgespräch nicht beantworten bzw. diskutieren konnten, an denen wir als Gesellschaft aber nicht vorbeikommen:

- Heute bestimmen Chemie, Pharmaindustrie, Veterinärmedizin und Lebensmittelindustrie den Weg von der Saat über das Wachstum zur Ernte in noch stärkerem Maße als früher. Tendenzi-

ell wird so der Standort der jeweils gewollten Nutzung angepaßt - und auf die standortangepaßte Nutzung weniger Gewicht gelegt. Wir alle, der wohlhabende Teil der Menschheit, sind für diese Entwicklung direkt und indirekt mit verantwortlich.

- Ist sich jeder einzelne Landwirt wirklich darüber klar, was für Mittel hier verwendet werden? Viele harmlosere Arzneimittel sind rezeptpflichtig. Aber: auch hochgiftige Pflanzenschutzmittel können im Prinzip von Jedermann gekauft werden. Ist sich der Verbraucher dieser Tatsachen bewußt?
- Abgesehen von den möglichen Tatmotiven für unsachgemäßen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln - welche Chancen bestehen für die Aufklärung von Vergiftungsfällen? - für die Behebung möglicher Spätfolgen (vgl. z.B. TOUSSAINT 1991)?
- Wer überwacht den Verkauf, die Aufbewahrung und die Anwendung dieser Stoffe? Falsche, nachlässige, fahrlässige oder kriminelle Einsätze lassen sich heute kaum kontrollieren.

Auch einen weiteren von uns nicht behandelten Fragenkomplex können wir hier nur andeuten: die Herbizid-Resistenz von Wildkräutern, die sich gegenüber vielen Pflanzenschutzmitteln immer wieder neu herausbildet, und die deshalb nach der Entwicklung immer neuer Wirkstoffe zu verlangen scheinen. Befunde und Hypothesen zu diesem Thema wurden jüngst von SUZANNE WARWICK (1991) in vorbildlicher Weise zusammengestellt und diskutiert.

Tatsache ist, daß im Walde - mit einem im Vergleich zur landwirtschaftlich genutzten Fläche wesentlich geringeren Pestizideinsatz pro Flächen- und Zeiteinheit - ein ähnlich gravierender Rückgang der Vögel nicht zu erkennen ist. Dennoch kamen wir in unseren Diskussionen zu der Ansicht, daß das Verschwinden der Vögel aus der Feldflur wahrscheinlich nicht dem Einsatz von Pestiziden per se anzulasten ist. Wichtiger scheinen andere Gründe zu sein, die dazu führen, daß vielen Vogelarten die Habitatstrukturen nicht mehr zur Verfügung stehen, die sie benötigen. Unter dem Stichwort "Eutrophierung" werden einige von ihnen angesprochen (ELLENBERG, in diesem Band), aber auch Drainage und Entwässerung machen vielen Wiesenvögeln das Leben unmöglich, die zeitliche Folge der Grünlandschnitte wird zu eng als daß die Zeit "zwischen ihnen" für Brut und Jungenaufzucht ausreichte, die "Ausräumung" der Feldflur - mit und ohne Flurbereinigung - bewirkt ein übriges. Überspitzt gesagt gibt es auf intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen nicht selten bereits so wenig Lebensraum und Lebensmöglichkeiten für Vögel und viele andere wildlebende Organismen, daß "Pestizideinsatz" praktisch gar nicht mehr zu weiteren Veränderungen führen kann.

Trotz dieser Sachlage zeichnen sich auch Veränderungen ab, die aus avifaunistischer Sicht vielleicht positiv zu bewerten sind: Heckenbraunellen besiedeln in Schleswig-Holstein stellenweise

reifende Rapsschläge. Auch Rohrhammern und Schafstelzen scheinen sich neue Biotope zu erschließen. Im Herbst und Winter profitieren Scharen von Vögeln bis hin zu Wildgänsen und Kranichen von den Ernteresten auf Maisfeldern. Auch Regenwürmer scheinen an der Erdoberfläche unter reifendem Mais im Spätsommer und Herbst für viele Vögel leichter erreichbar zu sein als andernorts.

Für eine objektive Beurteilung der faunistischen und floristischen Veränderungen in den von uns unterschiedlich intensiv genutzten Landschaften benötigen wir mehr "belastbare" Beobachtungsdaten. Auf der Grundlage solcher Trendanalysen lassen sich und müssen wir die Fragen nach den Ursachen beobachteter Veränderungen präziser stellen. Ein gut organisiertes "MONITORING" von Vogelpopulationen bietet sich als machbarer Einstieg in die Problematik an. Wenige professionelle Ornithologen könnten Hunderte von freiwilligen Beobachtern anleiten, koordinieren und die erarbeiteten Daten auswerten und interpretieren (WINK, OELKE u.a.).

Das Erarbeiten von Daten über Populationstrends ausgewählter (Vogel-)Arten auf großen Flächen in vielen Gebieten - und die Suche nach den Ursachen solcher Veränderungen sollte nicht länger wenigen isolierten Amateuren überlassen bleiben. Könnte die Biologische Bundesanstalt hier Initiative ergreifen?

Hamburg im Mai 1992

Hermann Ellenberg

## Literatur

BAUER, H.-G. & HEINE, G. (1992): Die Entwicklung der Brutvogelbestände am Bodensee: Vergleich halbquantitativer Rasterkartierungen 1980/81 und 1990/91. - J. Orn. 133: 1-22.

ELLENBERG, H. (Bearb.) (1981): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. - Ökol. Vögel: 3 (Suppl.), 420 S.

HAAS, D. (1987): Vergiftungen von Vögeln durch Pflanzenschutzmittel: Fallbeschreibungen aus Baden-Württemberg und Behandlungsmöglichkeiten von überlebenden Vögeln. - Ornithol. Jahresh. Baden- Württ. 3: 113-120.

JÄGER, O. (1987): Brutvogelbestandsaufnahmen innerhalb von intensiv genutzten Agrarflächen und Extensivgrünland in Süddeutschland. - Ornithol. Jahresh. Baden-Württ. 3: 81-106.

MINEAU, P. (1991): Cholinesterase - Inhibiting Insecticides - Their Impact on Wildlife and the Environment. Elsevier, Amsterdam.

TOUSSAINT, B. (1991): Pflanzenschutz- und -behandlungsmittel im Boden. Transportprozesse und Reaktionen im Grundwasserleiter. - Allgem. Forst-Zeitschrift, 22: 1128-1129.

VAUK, G. (1991): Ein Feldzug gegen Greifvögel? Seevögel Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg 12/4: 48.

WARWICK, S.I. (1991): Herbicide Resistance in Weedy Plants: Physiology and Population Biology: Annual Revue in Ecology and Systematics 22: 95 - 114.

## PRÜFUNG UND ZULASSUNG VON PFLANZENSCHUTZMITTELN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Testing and authorization of plant protection products in the Federal Republic of Germany

FRED KLINGAUF

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin und Braunschweig

### Summary

As only about 5 % of the population still have any knowledge of agricultural or horticultural practices, the use of pesticides is generally not well understood or is even rejected by many people. However, only few consumers are prepared to pay more or accept a lower standard of appearance of agricultural products produced without the aid of pesticides. Even fewer people would be willing to carry out weeding in return for a low income.

To protect consumers and the environment from potential dangers, the authorization and application of plant protection products are subject to tight regulations. According to Article 15 of the Plant Protection Act, conditions for the Federal Biological Research Centre to authorize an applicant's product include that examination of the plant protection product shows that

1. the plant protection product is sufficiently effective in the light of scientific knowledge and technique;
2. precautions necessary for protection of human and animal health in dealings with dangerous materials do not require otherwise, and
3. the plant protection product, when used for its intended purpose and in the correct manner, or as a result of such use,
  - a) does not have any harmful effects on human and animal health or on the groundwater, and
  - b) does not have any other effects, particularly with regard to the natural balance, which are not justifiable in the light of the present state of scientific knowledge.

In order to ensure that the examination of the effects of pesticides is carried out to the highest standards, the Federal Biological Research Centre acts in agreement with the Federal Health Office when deciding whether a product fulfils the health safety requirements for authorization, and in agreement with the Federal Environmental Office when deciding whether the product meets the requirements concerning the avoidance of environmental damage by air and water pollution as well as by its disposal.

As a result of the tight regulations in the Federal Republic of Germany, the number of pesticides has decreased from about 1700 to roughly 900 over the past five years. The authorization procedure must include an assessment of both the risk and benefits. Biological alternatives to the conventional chemical treatment methods are only currently available for a limited number of pests. Advances in the field of integrated plant protection offer a realistic opportunity to bring together the needs of agriculture and environmental protection.

## 1. Was will der Verbraucher?

In der Öffentlichkeit trifft der chemische Pflanzenschutz überwiegend auf Ablehnung. Weit verbreitet ist die Ansicht, daß Landwirtschaft gänzlich ohne Chemie betrieben werden sollte. In einer mündlichen Befragung wurden überwiegend als nachteilig angesehen:

- der chemische Pflanzenschutz
- erdelose Kulturen im Gemüsebau
- Mineraldünger.

Von den Befragten sahen 81 % im chemischen Pflanzenschutz und in Mineraldüngern mehr Nachteile, nur 7 % sahen darin mehr Vorteile (VON ALVENSLEBEN 1989).

Wenn die Bedenken gegenüber landwirtschaftlichen Produkten, die mit Hilfe chemischer Pflanzenschutzmittel vor Krankheiten und Schädlingen geschützt werden, so groß sind, erhebt sich die Frage, warum bei einer freien Marktwirtschaft nicht mehr Landwirte auf die Wünsche der Verbraucher eingehen und auf chemische Pflanzenschutzmittel und auch auf Mineraldünger weitgehend oder ganz verzichten?

Tatsächlich haben in Deutschland nur sehr wenige Betriebe auf ökologische Bewirtschaftung umgestellt. Bekanntlich sind die Produkte solcher Betriebe in der Regel wesentlich teurer als Erzeugnisse aus herkömmlichen Betrieben. Dieser Preisunterschied ist berechtigt, denn der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger bedeutet viel höheren Arbeitsaufwand und auch durchschnittlich niedrigere Erträge. Der höhere Arbeitskräftebedarf kommt unter anderem dadurch zustande, daß die Unkräuter mit Hilfe von Maschinen oder durch Handarbeit beseitigt werden müssen. Der Verzicht auf eine angepaßte Düngung und auf Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen führt unter anderem zu Ertragseinbußen. Die Folge ist, daß nur bis zu 5 % der Verbraucher ausschließlich oder teilweise die Produkte aus ökologischen Betrieben beim Kauf bevorzugen.

Die Werbung um den Kunden wird mit möglichst niedrigen Preisen gewonnen. Dies weiß jeder Verbraucher von den bunten Prospekten: Hier sticht der Preis. Das Wunschdenken der Verbraucher und ihr tatsächliches Kaufverhalten klaffen also weit auseinander. Nur wenige sind bereit, auch die Konsequenzen zu tragen und höhere Preise und ein meist schlichtes Angebot für ökologische Produkte hinzunehmen. Würde sich flächendeckend die ökologische Wirtschaftsweise in Deutschland durchsetzen, so würden die meisten Verbraucher auf das preiswerte Angebot aus dem Ausland umsteigen. Bei einer Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise können also nur solche Bauern mit ihren Höfen überleben, die über günstige Absatzmärkte mit entsprechender Kundschaft verfügen.



## 2. Gesetzliche Regelungen im Pflanzenschutz

Der sachgerechte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bedeutet für die Verbraucher und die Umwelt keine Gefahr. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen vom 15. September 1986 geregelt. Weitere wichtige Bestimmungen sind in der Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzmittelverordnung) vom 28. Juli 1987 festgelegt. Die Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung) vom 27. Juli 1988, geändert 22. März 1991, enthält vollständige Anwendungsverbote für 42 Wirkstoffe, eingeschränkte Anwendungsverbote für neun Wirkstoffe, sowie Anwendungsbeschränkungen für 75 weitere Wirkstoffe. Der Schutz der Verbraucher ist durch die Pflanzenschutzmittel-Höchstmengenverordnung vom 24.06.1982, zuletzt geändert 09.03.1990, und die Regelungen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes vom 15.08.1974 gewährleistet.

Zweck des Pflanzenschutzgesetzes ist es unter anderem, Pflanzen, insbesondere Kulturpflanzen, vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen, Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen sowie Gefahren abzuwenden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können.

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erteilt dem Antragsteller gemäß § 15 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) die Zulassung, wenn der Antrag bestimmte Voraussetzungen erfüllt, die im § 12 (PflSchG) benannt sind und die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergibt, daß

1. das Pflanzenschutzmittel nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik hinreichend wirksam ist,
2. die Erfordernisse des Schutzes der Gesundheit von Mensch und Tier beim Verkehr mit gefährlichen Stoffen nicht entgegenstehen und
3. das Pflanzenschutzmittel bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung
  - a) keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf Grundwasser hat und
  - b) keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind.

Was ist unter "sonstigen Auswirkungen" zu verstehen? Dazu hat der Senat des Bundesverwaltungsgerichts am 10. November 1988 geurteilt: "Sonstige Auswirkungen im Sinne des § 15 sind alle Auswirkungen, die nicht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen sind. Für die Entscheidung, ob die sonstigen Auswirkungen eines Mittels wissenschaftlich 'nicht vertretbar' sind, sind die Wahrscheinlichkeit des Eintritts der Wirkungen, das Gewicht des Nachteils der Wirkungen, die Ersetzbarkeit des Mittels und der Nachteil bei Nichtanwendung des Mittels gegeneinander abzuwägen. Bei der Entscheidung über die wissenschaftliche Unvertretbarkeit der sonstigen Auswirkungen steht der Behörde kein Beurteilungsspielraum zu". Eine Zulassung für ein Pflanzenschutzmittel kann also nur dann erteilt werden, wenn "sonstige Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt", nicht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen sind. Dies setzt sehr strenge Maßstäbe für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln.

Wie § 15 des Pflanzenschutzgesetzes weiterhin festlegt, entscheidet die Biologische Bundesanstalt über das Vorliegen der Zulassungsvoraussetzungen hinsichtlich der Gesundheit im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt und hinsichtlich der Vermeidung von Schäden durch die Belastung des Wassers, der Luft sowie durch Abfälle des Pflanzenschutzmittels im Einvernehmen mit dem Umweltbundesamt. Das Einvernehmen beider Bundesämter ist vorgesehen, um die Überprüfung der Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel besonders intensiv abzusichern.

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gehört mit diesen gesetzlichen Regelungen zu den schärfsten Prüfungen in der Welt. Während früher die Bereiche der Wirksamkeit eines Pflanzenschutzmittels, die Rückstände in Lebensmitteln und die toxikologischen Auswirkungen auf den Menschen im Vordergrund standen, werden mit dem Pflanzenschutzgesetz von 1986 nunmehr mögliche nachteilige Auswirkungen auf den Naturhaushalt gleichrangig bewertet. Der Katalog der Prüfungen ist umfangreich (Tab. 1).

### **3. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln als Gratwanderung**

Die hohen Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und Unbedenklichkeit von Pflanzenschutzmitteln verteuerten die Entwicklungskosten für die Industrie, die heute für ein Pflanzenschutzmittel auf rund 150 Mio DM geschätzt werden. Seit 1986 ist die Zahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel von etwa 1.700 auf rund 900 Präparate Anfang 1992 zurückgegangen. Zugleich fiel die Zahl der zugelassenen Wirkstoffe von etwas mehr als 300 im Jahr 1986 auf derzeit etwa 210 (Abb. 1).

Durch das verschärfte Pflanzenschutzrecht sind die Pflanzenschutzmittel noch sicherer geworden. Mit diesen sehr strengen gesetzlichen Vorgaben ist aber auch eine Gratwanderung verbunden.

Einerseits sollen dem Landwirt die notwendigen Pflanzenschutzmittel zur Verfügung gestellt werden, andererseits müssen diese so hohe Anforderungen erfüllen, daß nur wenige Mittel zugelassen werden können. Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gründet demnach auf einer Güterabwägung: Sowohl den Wertvorstellungen zum Schutz der Umwelt und des Menschen als auch der Notwendigkeit der Ernährung einer wachsenden Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen Produkten muß Rechnung getragen werden.

Jeder Verbraucher kann dem Bauern im Bestreben zu einer möglichst umweltfreundlichen Produktion behilflich sein. Ein Beitrag dazu ist der Verzicht auf übertriebene äußere Qualität. Damit werden Spritzungen eingespart, die kosmetischen Zwecken dienen, wie z. B. Äpfel ohne jeden Fleck durch Schorfkrankheit. Im weiteren Sinne gehört dazu auch, das Kaufverhalten dem Saisonangebot anzupassen. Der Bauer kann umso umweltfreundlicher anbauen, je mehr er sich nach den Möglichkeiten des Standortes und den Erfordernissen der Saison richten kann. Letztendlich bestimmt der Verbraucher über die Art und Weise der Produktion.

Zu strenge Bestimmungen bringen auch Nachteile. Die hohen Entwicklungskosten wirken sich verteuern auf die Pflanzenschutzmittel aus, was die Landwirte mit geringem Einkommen zusätzlich bedrückt. Für die Industrie lohnt sich in der Regel nur noch die Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln für große Kulturen mit entsprechend großem Absatzmarkt. Dadurch werden die Lücken für kleine Kulturen immer zahlreicher, und in vielen Fällen wird diese Kultur deshalb von den Landwirten aufgegeben. Das schränkt nicht nur das Angebot an frischen Kräutern und Gemüse ein, sondern führt auch zu einseitiger Nutzung. Ganz entgegengesetzt dazu sind aber die weiteren Bemühungen der Agrarpolitik darauf gerichtet, die Fruchtfolge möglichst aufzulockern und eine Vielzahl von Kulturpflanzen zu erhalten.

Betroffen sind von den sehr strengen Bestimmungen ganz offensichtlich auch die biologischen Pflanzenschutzmittel. Soweit es sich um Präparate auf der Grundlage von Mikroorganismen einschließlich Viren handelt, unterliegen sie ebenfalls der Zulassungspflicht. Diese Präparate wirken meist selektiv gegen einen bestimmten Schädling, ohne andere Mitglieder der Lebensgemeinschaft zu schädigen. Diese ökologisch sehr erwünschte Wirkungsweise ist allerdings ökonomisch von Nachteil, denn ein solch selektives Präparat hat natürlich auch nur einen kleinen Markt, der die Entwicklungskosten unter Umständen nicht wieder einbringt. Eine kleinere Zahl an verfügbaren Pflanzenschutzmitteln kann schließlich auch zu einer häufigeren Anwendung ein und desselben Mittels auf derselben Fläche führen, was sich nachteilig auf die Umwelt auswirken könnte.

#### 4. Prüfung eines Pflanzenschutzmittels auf unerwünschte Wirkungen gegenüber Nutzorganismen

An einem Beispiel soll die Prüfung eines Pflanzenschutzmittels erläutert werden. Schädliche Insekten und Milben, aber auch Krankheitserreger und andere Schadorganismen werden durch zahlreiche Nützlinge in ihrer Vermehrung begrenzt und niedergehalten. Eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere solche der älteren Generation, sind so breit wirksam, daß sie nicht nur die Schaderreger, sondern auch teilweise die Nützlinge treffen und vernichten. Oft reagieren die Nützlinge empfindlicher als die Schädlinge. Pflanzenschutzmittel mit breiter Wirksamkeit sind deshalb auf Dauer unerwünscht, weil sie den Schädling begünstigen. Ziel des Pflanzenschutzes soll es vielmehr sein, die Pflanzen dauerhaft gesund zu erhalten und die natürliche Lebensgemeinschaft nicht mehr als nötig zu stören. Auch Umweltschützer fordern deshalb, die Nützlinge zu schonen, wozu zahlreiche räuberische und parasitisch lebende Insekten und Milben, aber auch Vögel und eine Reihe von Säugetieren gehören.

Dem Vogelschutz ist dadurch Rechnung getragen worden, daß umfangreiche Unterlagen über die Gefährdung von Vögeln durch ein Pflanzenschutzmittel bei der Zulassungsprüfung gefordert werden. Wird aufgrund der Unterlagen bei einem Mittel eine gewisse Gefährdung von Vögeln erkannt, so wird möglichen Schäden durch Auflagen vorgebeugt, d. h. in der Gebrauchsanleitung müssen bestimmte Vorschriften und Hinweise abgedruckt werden, die der Anwender beachten muß (Tab. 2). So muß Saatgut, das mit bestimmten Pflanzenschutzmitteln behandelt ist, die den Vögeln bei Aufnahme von mehreren gebeizten Körner gefährlich werden können, bei der Aussaat mit Boden bedeckt werden. Zuwiderhandlungen entsprechen nicht der guten landwirtschaftlichen Praxis und sind grundsätzlich strafbare Handlungen. Bei einigen Pflanzenschutzmitteln im Kohlanbau hat es sich gezeigt, daß sie den Vögeln beim Trinken aus Blattpfützen gefährlich werden können. Auf der Gebrauchsanleitung ist deshalb eine entsprechende Warnung vorgeschrieben, die einer Gefährdung der Vögel vorbeugen soll.

Solche Mittel, bei denen schützende Auflagen eine hohe Gefährdung für Vögel nicht verhindern können, werden nicht zugelassen, auch dann nicht, wenn sie für die Landwirtschaft von Nutzen wären. Wenn die Auswirkungen eines Pflanzenschutzmittels wissenschaftlich unvertretbar sind, steht der Behörde kein Beurteilungsspielraum zu, und das Mittel kann keine Zulassung erhalten. Entsprechendes gilt auch für Säugetiere.

Ein wichtiger Fortschritt im Pflanzenschutz war es, als zum 1. Dezember 1989 die Prüfung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auch auf weitere Nutzorganismen obligatorisch ausgedehnt wurde. Deutschland war das erste Land, in dem diese Unterlagen der Prüfbehörde vorgelegt werden müssen (Tab. 3). Die Anforderungen gehen auf rund 20jährige Forschungen zurück, die international unter Beteiligung vieler westeuropäischer Länder in der Biologischen Bun-

desanstalt für Land- und Forstwirtschaft vorangetrieben wurden. Für fast 20 Nutzorganismen liegen Prüfrichtlinien vor. Voraussetzung war, daß diese Nutzorganismen in ihren Lebensansprüchen genau bekannt sind und ausreichend gezüchtet werden können.

Als Nutzorganismen stehen für die Prüfungen parasitische und räuberische Insekten und Milben sowie insektenpathogene Pilze zur Verfügung. Die Prüfbestimmungen haben dazu geführt, daß in der landwirtschaftlichen Praxis mehr und mehr nützlichsschonende Pflanzenschutzmittel bevorzugt werden. Im Weinbau werden bereits seit längerem nützlichsschonende Mittel bevorzugt, die die Raubmilben als wichtigste Feinde der Spinnmilben schonen. Dadurch erübrigt sich in vielen Fällen die Anwendung von speziellen Spinnmilbenmitteln. Nicht immer bringt die Nützlichsschonung dem Bauern jedoch so augenfällige Vorteile wie im Beispiel der Raubmilbenschonung.

## 5. Ausblick

Statt täglich zur Arbeit zu fahren, kann man auch laufen, was von allen Alternativen am umweltfreundlichsten ist. Ebenso gibt es auch verschiedene Alternativen zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Doch sind diese Alternativen - ähnlich wie der Weg zu Fuß - oft umständlicher, zeitaufwendiger und für den, der es bezahlen muß, auch teurer.

In der landwirtschaftlichen Praxis werden viele alternative Wege bereits beschritten. So ist auch weiterhin die Bodenbearbeitung eine der wichtigsten Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung. Die Landwirte achten auf gesundes Saat- und Pflanzgut und bevorzugen möglichst weniger anfällige Sorten. Auch eine Reihe biologischer Pflanzenschutzverfahren haben sich in die Praxis eingeführt und dort bewährt. Etwa 5.000 ha Mais werden jährlich mit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens* gegen den schädlichen Maiszünsler behandelt. Der Aufwand ist höher als bei chemischen Pflanzenschutzmitteln, da die Ausbringung genau terminiert werden muß. Auch sind die Parasiten per Hand zu verteilen. Im Unterglasanbau werden zur Bekämpfung verschiedener Schädlinge an Gurken, Tomaten, Auberginen und zum Teil auch bei Schnittblumen und anderen Kulturpflanzen biologische Verfahren angewandt. Daß der biologische Pflanzenschutz heute noch nicht so weit verbreitet ist, liegt besonders auch daran, daß die Hauptprobleme bei den Ackerkulturen im Bereich der Pflanzenkrankheiten und weniger bei den Schädlingen liegen. Hier sind noch keine praktikablen biologischen Verfahren auf dem Markt.

Trotz noch immer fehlender Kenntnisse und trotz vieler Schwierigkeiten sind die Bauern jedoch bemüht, nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes zu arbeiten. Dieser wird in § 2 des Pflanzenschutzgesetzes definiert als: "eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das not-

wendige Maß beschränkt wird". Der Ausbau des integrierten Pflanzenschutzes bietet eine gute Chance, die Bedürfnisse der Landwirtschaft und des Naturschutzes miteinander so abzustimmen, daß Landwirtschaft und Naturschutz wieder zu natürlichen Verbündeten werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Da nur noch etwa 5 % der Bevölkerung Kenntnisse von der Landwirtschaft oder vom Gartenbau haben, stößt die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln bei vielen auf Unverständnis oder Ablehnung. Dennoch ist nur ein kleiner Prozentsatz der Verbraucher bereit, höhere Preise und eine ungewohnte äußere Qualität für landwirtschaftliche Produkte hinzunehmen, die ohne Pflanzenschutzmittel erzeugt werden. Noch viel weniger wären bereit, für geringen Lohn Unkraut zu hacken.

Um den Verbraucher und die Umwelt vor möglichen Gefahren zu schützen, sind Zulassung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln strengen Vorschriften unterworfen. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft erteilt dem Antragsteller gemäß § 15 Pflanzenschutzgesetz die Zulassung, wenn u. a. die Prüfung des Pflanzenschutzmittels ergibt, daß

1. das Pflanzenschutzmittel nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Technik hinreichend wirksam ist,
2. die Erfordernisse des Schutzes der Gesundheit von Mensch und Tier beim Verkehr mit gefährlichen Stoffen nicht entgegenstehen und
3. das Pflanzenschutzmittel bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung
  - a) keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf Grundwasser hat und
  - b) keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind.

Um die Überprüfung der Auswirkung der Pflanzenschutzmittel besonders intensiv abzusichern, entscheidet die Biologische Bundesanstalt über das Vorliegen der Zulassungsvoraussetzungen hinsichtlich der Gesundheit im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt und hinsichtlich der Vermeidung von Schäden durch die Belastung des Wassers, der Luft sowie durch Abfälle des Pflanzenschutzmittels im Einvernehmen mit dem Umweltbundesamt.

Entsprechend den strengen Bestimmungen in der Bundesrepublik Deutschland ist die Zahl der Pflanzenschutzmittel in den vergangenen fünf Jahren von etwa 1.700 auf rund 900 zurückgegangen. Die Zulassung muß eine Abwägung von Nutzen und Risiko mit einschließen. Als Alternative zu chemischen Pflanzenschutzmitteln stehen bisher nur gegen einige Schädlinge biologische Mittel zur Verfügung. Die Fortentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes bietet eine gute Chance, die Bedürfnisse der Landwirtschaft und des Naturschutzes wieder zusammenzuführen.

Tabelle 1

## PRÜFBEREICHE IM ZULASSUNGSVERFAHREN

- \* **chemisch–physikalische Eigenschaften einschließlich Analytik und Deponie/Entsorgung**
- \* **Prüfung auf Wirksamkeit**
- \* **Rückstandsverhalten sowie Verbleib in/auf Pflanzen [Erntegut]**
- \* **Toxikologie für Mensch und Tier**
- \* **Verbleib und Verhalten in Boden, Wasser, Luft**
- \* **Auswirkungen auf den Naturhaushalt**
  - *Aktivität der Bodenmikroflora*
  - *Bodenfauna*
  - *aquatische Biozönose*
  - *terrestrische Wirbeltiere*
  - *Honigbiene*
  - *sonstige Nutzorganismen*



**Tabelle 2 Vogelschutz als Bestandteil der Zulassungsprüfung von Pflanzenschutzmitteln.**

**Unterlagen, die je nach den Eigenschaften eines Mittels und der Art der Anwendung im Zulassungsverfahren erforderlich werden können:**

- Darstellung der möglichen Expositionspfade und Schätzungen oder Untersuchungen zur Höhe der Belastung
- Test der akut oralen Toxizität
- Test der subakuten Toxizität (5-Tage-Fütterungsversuch)
- Test der Reproduktionstoxizität
- Annahmeveruche mit behandeltem Saatgut oder Granulaten
- Test der Sekundärtoxizität von Rodentiziden (Fütterung giftigter Nager an Prädatoren)

Die Versuche - außer denen zur Sekundärtoxizität - werden in der Regel mit gezüchteten Vögeln (Japanwachteln, Stockenten, Fasane, Haustauben) durchgeführt.

**Kennzeichnungsaufgaben, die bei bestimmten Mitteln in der Gebrauchsanleitung wiedergegeben werden müssen (Auswahl):**

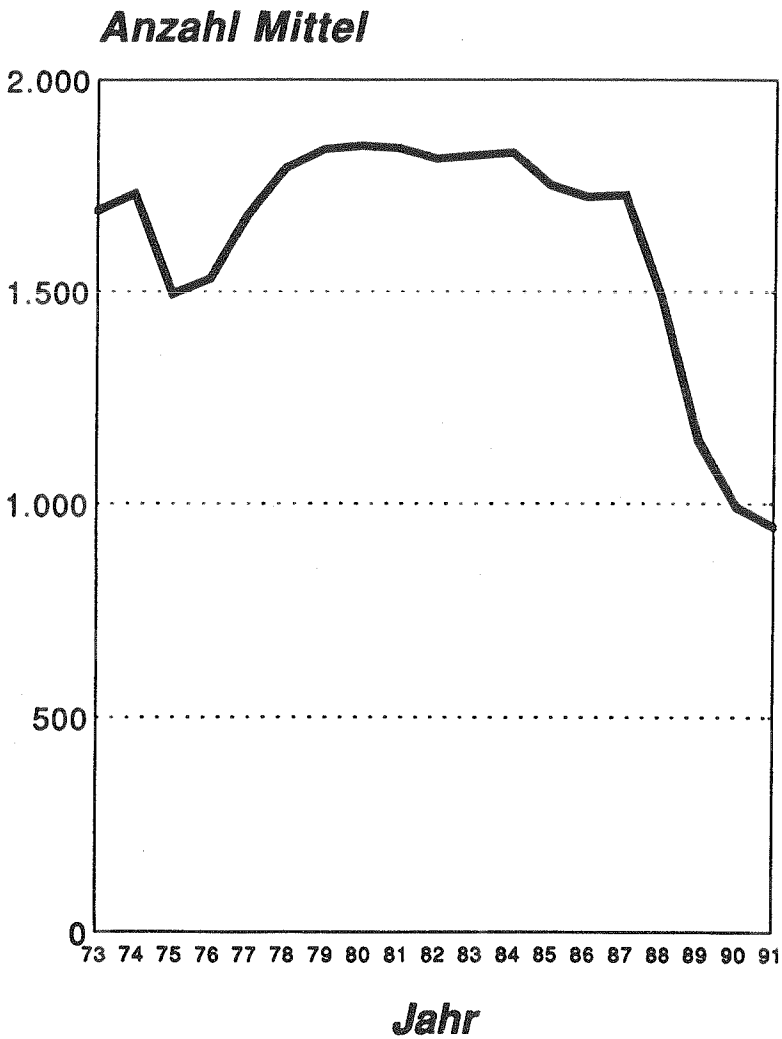
- Das Mittel ist giftig für Vögel; deshalb Anwendung in allen zur Blattpfützenbildung neigenden Gemüsearten (insbesondere Kopfkohl, Grünkohl, Rosenkohl, Kopfsalat) nur bis zum 16-Blatt-Stadium.
- Das Mittel ist giftig für Vögel; deshalb bei allen Anwendungen im Freiland dafür sorgen, daß ausgebrachtes Granulat eingearbeitet bzw. mit Erde abgedeckt wird.
- Das Mittel ist giftig für Vögel; deshalb dafür sorgen, daß kein Saatgut offen liegen bleibt. Vor dem Ausheben der Schare Dosiereinrichtung rechtzeitig abschalten, um Nachrieseln zu vermeiden.
- Anwendung nur in geschlossenen Räumen.
- Anwendung nur, wenn die Notwendigkeit einer Bekämpfungsmaßnahme durch Probefänge oder ein anderes geeignetes Diagnoseverfahren belegt ist.
- Das Mittel ist sehr giftig für Vögel und Wild; Köder deshalb immer tief und unzugänglich in die Nagetiergänge einbringen.

**Versagung der Zulassung / Anwendungsverbot**

- Die Zulassung wird nicht erteilt, wenn die Auswirkungen auf Vögel nach dem Stand der Erkenntnis als unverträglich einzustufen sind.
- Die Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung verbietet die Anwendung von Mitteln mit bestimmten Wirkstoffen, darunter Endrin, Dieldrin, Crimidin, Heptachlor und Quecksilberverbindungen.



**Abbildung 1: Zugelassene Pflanzenschutzmittel 1973 - 1991  
In der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer)**



## LITERATUR

VON ALVENSLEBEN, R. (1989): Die Beurteilung moderner Agrartechnologien durch den Verbraucher. Agrarwissenschaftliche Fakultät, Universität Kiel, Heft 71.

BRASSE, D. (1990): Einführung der obligatorischen Prüfung der Auswirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Nutzorganismen in das Zulassungsverfahren. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig), 42: 81-86.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Fred Klingauf, Präsident der Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig

## MODERNE PFLANZENSCHUTZMITTEL UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE VOGELWELT

Effects of Modern Plant Protection Products

GERHARD JOERMANN

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Braunschweig

### Abstract

In the 1960s and 1970s organochlorine insecticides, which incorporated persistent and bioaccumulating properties, were gradually replaced by other pesticides, mainly organophosphorus and carbamate compounds. These are much less stable in the environment and so represent only a small hazard to birds by long term exposure and transfer along the food chain. However, due to their high acute toxicity, the occurrence of severe toxic symptoms in birds cannot be ruled out. A substantial risk occurs where the exposure is high, e.g. for small birds pecking for granules, seed-eaters feeding on dressed seed or ducks and geese feeding on grass or cereal plants after spraying. For a risk assessment, the compounds have to be treated individually, and each application method has to be considered. A second group of pesticides that may be hazardous to birds are rodenticides, whereas present-day fungicides and herbicides do not generally seem to have serious toxic effects on birds.

### EINLEITUNG

Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre wurden die dramatischen Auswirkungen erkennbar, die bestimmte Pflanzenschutzmittel und andere Pestizide auf die Vogelwelt hatten. Dies waren chlorierte Kohlenwasserstoffe, wie DDT/DDE, Heptachlor und verschiedene Cyclodiene, die eine verhängnisvolle Kombination von Eigenschaften besitzen. Sie sind in der Umwelt sehr persistent, sie sind lipophil und werden von Vögeln und Säugern schlecht metabolisiert, und sie weisen insbesondere bei Vögeln eine Vielzahl reproduktionstoxischer Effekte auf (ELLENBERG 1981; SHEAIL 1985). Nachdem diese Substanzen in weiten Teilen der Welt seit vielen Jahren nicht mehr verwendet werden, ist die Belastung in belebten und unbelebten Umweltkompartimenten kontinuierlich zurückgegangen, ist aber immer noch meßbar und scheint derzeit für einige Verbindungen zu stagnieren.

Es ist zu fragen, wie die heute verwendeten Pflanzenschutzmittel hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Vögel zu beurteilen sind. Zur Zeit sind in der Bundesrepublik ca. 1000 Pflanzenschutzmittel mit etwa 200 verschiedenen Wirkstoffen zugelassen. Für eine angemessene Bewertung muß jeder Wirkstoff einzeln betrachtet werden, wobei nicht nur die Eigenschaften des Wirkstoffs, sondern auch anwendungsspezifische Faktoren zu berücksichtigen sind (s. dazu den Beitrag "Die Beurtei-

lung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Vögel im Rahmen der Zulassung" in diesem Heft). Im folgenden kann deshalb nur das Spektrum aktueller Pflanzenschutzmittel umrissen und auf besondere Problemfelder hingewiesen werden. Die Angaben zum Inlandsabsatz bestimmter Wirkstoff-Gruppen entstammen einer Statistik, die auf den gesetzlich vorgeschriebenen Meldungen der Hersteller- und Vertriebsfirmen an die Biologische Bundesanstalt basiert (HOLZMANN & CARGANICO 1991).

## HERBIZIDE

Herbizide haben den weitaus größten Anteil an den derzeit eingesetzten Pflanzenschutzmitteln. Mit ca. 18900 Tonnen entfielen 1989 auf diesen Bereich 55 % des Inlandsabsatzes. Die wichtigsten Wirkstoffgruppen sind Derivate von Essigsäure, Propionsäure und anderen Carbonsäuren, weiterhin Carbamate, Harnstoffderivate, aromatische Nitroverbindungen und heterocyclische Verbindungen. Herbizide werden im Vor- oder Nachauflauf gespritzt oder als Granulate gestreut. Die Dosierung reicht von weniger als 10 g Wirkstoff/ha bei neuen Sulfonyl-Harnstoffen bis über 5 kg/ha bei Totalherbiziden. In der Vergangenheit haben sich zwei Wirkstoffe, Paraquat und Dinitro-o-cresol (DNOC) hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Vögel und Säuger als problematisch erwiesen. Die akute Toxizität ist bei diesen Verbindungen so hoch, daß die Anwendung in einigen Fällen zu Vergiftungen von Vögeln geführt hat (POTTS 1986; DESNOO & CANTERS 1988). In der Bundesrepublik Deutschland haben Mittel mit diesen Wirkstoffen sowie mit den ähnlichen Dinitrophenolen, Dinoseb und Dinoterb keine Zulassung; z.T. sind die genannten Wirkstoffe mit einem Anwendungsverbot belegt. Ansonsten weisen Herbizide eine mittlere oder geringe Toxizität auf (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT 1990), so daß direkte Auswirkungen nicht zu erwarten sind. Allerdings sind Untersuchungen zu chronischen und subletalen Effekten in vielen Fällen noch sehr lückenhaft. Indirekt können sich Herbizide über eine Veränderung des Nahrungsangebotes auf Vögel auswirken, wobei am wichtigsten die Beeinflussung der von den vernichteten Pflanzen abhängigen Invertebratenfauna ist. Dieser Effekt hängt wesentlich von der Wirkungsbreite des jeweiligen Wirkstoffs ab.

## FUNGIZIDE

Bei Fungiziden war in den vergangenen Jahren ein verhältnismäßig starker Zuwachs in der Anwendung zu verzeichnen (HILDEBRANDT et al. 1990). Mit 10800 Tonnen hatten sie 1989 einen Anteil von 31 % am Inlandsabsatz. Schädlich für Vögel und andere Lebewesen sind insbesondere organische Quecksilberverbindungen, die zur Beizung von Getreidesaatgut eingesetzt wurden. Die Substanzen sind beständig und werden, besonders nach Umsetzung in Methylquecksilber, im Körper angereichert. Die höchste Toxizität gegenüber Vögeln haben Alkylverbindungen des

Quecksilbers (GRÜN & CLAUSING 1981; Übersicht bei RIEDEL 1988). In der Bundesrepublik besteht seit 1982 ein vollständiges Anwendungsverbot für quecksilberhaltige Pflanzenschutzmittel. Ebenso ist die Anwendung von Hexachlorbenzol, einem chlorierten Kohlenwasserstoff, verboten.

Derzeit aktuelle fungizide Wirkstoffe gehören zu verschiedenen Gruppen organischer Verbindungen, darunter Kohlensäure- und Carbamidsäurederivate, diverse isocyclische und heterocyclische Verbindungen sowie Zinnverbindungen. Als anorganische Fungizide werden Kupfersalze und Schwefel verwendet. Die akute Toxizität dieser Wirkstoffe für Vögel ist überwiegend gering (WHO 1988; HUDSON et al. 1984). Auch chronische oder reproduktionstoxische Effekte sind, soweit bisher untersucht, erst bei Dosen zu erwarten, die in der Praxis nicht erreicht werden. Eine Ausnahme bildet das Dithiocarbamat Thiram, das sich in Fütterungsversuchen schon bei geringen Konzentrationen auf die Fortpflanzung auswirkt (GROLLEAU et al. 1975; SOYEZ & LORGUE 1978; RIEDEL & GRÜN 1986).

Indirekte Auswirkungen von Fungiziden auf Vögel sind nicht zu erwarten, es sei denn, die Wirkstoffe haben zusätzlich herbizide oder insektizide Eigenschaften.

## INSEKTIZIDE

Im Jahre 1989 wurden in der Bundesrepublik 1338 Tonnen insektizider und akarizider Wirkstoffe in den Handel gebracht. Die wichtigsten Wirkstoffgruppen sind Organophosphate, Carbamate, chlorierte Verbindungen und Pyrethroide. Die Anwendung von Insektiziden erfolgt überwiegend als Spritzmittel; daneben sind Saatgutbeizung und Streuanwendung von Granulaten von Bedeutung. In geringem Umfang werden Insektizide auch als Gießmittel oder als Ködermittel, z.B. gegen Ameisen oder Tipula-Larven eingesetzt.

Auf Organophosphate und Carbamate entfielen 78 % des Insektizidabsatzes. Bei diesen Wirkstoffen besteht auf Grund der hohen Toxizität prinzipiell die Gefahr von Akutvergiftungen von Vögeln (s. den Beitrag "Die Toxikologie von Organophosphaten und Carbamaten bei Vögeln" in diesem Heft). So sind die meisten bekannt gewordenen Vergiftungsfälle mit Pflanzenschutzmitteln der letzten 20 Jahre auf Wirkstoffe dieser Gruppe zurückzuführen (HARDY et al. 1986; SMIT et al. 1986; SMITH 1987). Eine allgemeine Einschätzung des Risikos ist nicht möglich, da die Mittel mitsamt ihren Anwendungsmustern differenziert zu sehen sind. Jedoch bestehen am ehesten Gefährdungen für Kleinvögel durch ausgestreutes Granulat, für körnerfressende Vögel durch behandeltes Saatgut und für Gänse und Enten durch Spritzung von Grünland und Getreide. Da Organophosphate und Carbamate in der Umwelt verhältnismäßig schnell abgebaut werden, ist die Gefahr räumlich und zeitlich eng mit der Anwendung korreliert, was durch die Erfahrung mit Vergiftungsfällen bestätigt wird. Die Übertragung der Wirkstoffe von Insekten auf Vögel ist denkbar, ein weiterer Transfer in der Nahrungskette ist aber wegen der raschen Metabolisierung nicht relevant.

In den derzeit in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Mitteln sind zwei Wirkstoffe aus der Gruppe der organischen Chlorverbindungen enthalten, Lindan und Endosulfan.

Lindan ist lipophil und kann sich im Fettgewebe von Vögeln und Säugern bis etwa zu der Konzentration anreichern, die in der Nahrung enthalten ist. Nach Ende der Exposition wird Lindan von Vögeln vollständig mit einer Halbwertszeit von 1-2 Wochen eliminiert. Die Beständigkeit von Lindan hat ein ubiquitäres Vorkommen in der Umwelt zur Folge, das zu einer chronischen Exposition von Vögeln über die Nahrung führt. Bei Querschnittsuntersuchungen wird der Wirkstoff im Fettgewebe in Konzentrationen von 0,001-1,0 mg/kg Körpergewicht gefunden, wobei eine Magnifikation in der Nahrungskette nicht zu beobachten ist. Der Anwendungsbereich von Lindan ist in den letzten Jahren schmaler geworden. Bedeutung hat es vor allem noch bei der Bekämpfung von Bodeninsekten im Ackerbau. Weitere Anwendungen gibt es außerhalb des Pflanzenschutzes, etwa im Holzschutz.

Der Wirkstoff Endosulfan weist eine hohe akute Toxizität für Vögel auf, akkumuliert in Warmblütern jedoch nicht. Er ist deshalb hinsichtlich seiner Auswirkungen auf Vögel wie die oben beschriebenen Organophosphate zu betrachten.

Die Statistik für 1989 weist noch drei andere Wirkstoffe dieser Gruppe aus, Dicofol, Dienochlor und Methoxychlor; derzeit haben Mittel mit diesen Wirkstoffen in der Bundesrepublik Deutschland keine Zulassung.

Pyrethroide hatten 1989 mit 43 Tonnen einen Anteil von 3,2 % am Insektizidabsatz. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß diese Wirkstoffe in sehr geringen Dosierungen eingesetzt werden. Sowohl natürliches Pyrethrum als auch synthetische Pyrethroide sind für Vögel wenig toxisch, und es gibt bisher keine Hinweise darauf, daß sie direkte Auswirkungen auf Vögel haben können (HILL 1985).

Viele Vogelarten sind ganzjährig oder zu bestimmten Jahreszeiten auf Insektennahrung angewiesen. Deshalb sind bei allen Insektiziden ökologische Auswirkungen über die Verminderung des Nahrungsangebotes möglich. Entscheidend ist dabei die Selektivität des jeweiligen Mittels.

## **RODENTIZIDE**

Soweit Rodentizide für die Anwendung im Pflanzenschutz vorgesehen sind, wozu auch der Vorratsschutz gehört, unterliegen sie dem Pflanzenschutzgesetz und bedürfen der Zulassung durch die Biologische Bundesanstalt. Grundsätzlich können alle Rodentizide auch für Vögel gefährlich werden; die Problematik stellt sich aber je nach Wirkstoff unterschiedlich dar. Nach ihrer Wirkungsweise lassen sich die Rodentizide in Akutgifte und zwei Arten von Antikoagulantien einteilen.

Von den Akutgiften kommen im Freiland zum einen Phosphorwasserstoff entwickelnde Mittel



zum Einsatz, die für Vögel sicher sind, da sie zur Begasung der Gänge verwendet werden, zum anderen Zinkphosphid als Ködergift. Bei diesem Köder besteht eine hohe Gefährdung für Nicht-Zielorganismen; deshalb ist es wichtig, daß der Köder so ausgebracht wird, daß er selektiv nur für die zu bekämpfenden Nager zugänglich ist. Sekundärvergiftungen sind mit Phosphorwasserstoff und Zinkphosphid nicht möglich.

Bei den Antikoagulantien unterscheidet man Wirkstoffe, die bei der üblichen Dosierung erst nach mehrmaliger Aufnahme tödlich wirken, wie Warfarin, Coumatetralyl und Chlorphacinon und solche, die schon bei einmaliger Aufnahme letal sein können. Letztere werden auch als Akutgifte mit verzögerter Wirkung bezeichnet; zu ihnen gehören die Wirkstoffe Bromadiolon, Brodifacoum und Difenacoum. Im allgemeinen ist das Risiko von Primärvergiftungen von Nicht-Zielorganismen bei den Mehrfachdosis-Antikoagulantien geringer einzustufen, denn eine fortgesetzte Aufnahme des Köders läßt sich durch verdeckte Ausbringung unterbinden, während vereinzelter Fraß, z.B. an Köder, der von Nagern verschleppt wurde, häufig nicht zu verhindern ist. Auch das Risiko von Sekundärvergiftungen ist bei diesen Wirkstoffen geringer als bei den Einmaldosis-Antikoagulantien, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben (GODFREY 1985; MENDENHALL & PANK 1980). Allerdings sind die Wirkstoffe beider Gruppen differenziert zu betrachten und die Übergänge fließend. Entsprechend unterschiedlich sind die Anwendungsbereiche der verschiedenen Rodentizide. Mittel mit dem Wirkstoff Chlorphacinon sind in der Bundesrepublik derzeit als einzige mit einer offenen und flächenhaften Ausbringung zugelassen (für eine Bewertung s. RIEDEL et al. 1988). Warfarinhaltige Mittel werden ebenfalls auf Kulturflächen, aber verdeckt eingesetzt. Alle anderen Antikoagulantien werden als Vorratsschutzmittel im Haus- und Hofbereich verwendet, wobei die Anwendung teilweise auf geschlossene Räume beschränkt ist (s. dazu auch GEMMEKE 1990).

## SONSTIGE WIRKSTOFFE

Es gibt einige weitere Bereiche im Pflanzenschutz, in denen spezielle Wirkstoffe eingesetzt werden. Dazu gehören Schneckenbekämpfungsmittel (Molluskizide), Wachstumsregler, flüchtige Bodenentseuchungsmittel, Wildverbißmittel und Vergrämungsmittel. Die Wirkstoffe gehören zu unterschiedlichen chemischen Gruppen, z.T. handelt es sich um Naturstoffe. Hinsichtlich der Gefährdung von Vögeln sind aus diesen Bereichen Molluskizide von Bedeutung; es werden hier die Wirkstoffe Metaldehyd und das Carbamat Methiocarb verwendet, bei denen die akut toxische Wirkung zu beachten ist.

## ZUSAMMENFASSUNG

Nachdem die persistenten und stark bioakkumulierenden Organochlor-Verbindungen seit den 70er Jahren nicht mehr verwendet werden, sind Organophosphate und Carbamate zu den wichtigsten Insektiziden geworden. Diese Wirkstoffe sind in der Umwelt relativ wenig beständig, so daß eine Gefährdung von Vögeln durch chronische Belastungen und Nahrungsketteneffekte nicht gegeben ist. Wegen der teilweise sehr hohen Akuttoxizität können Vögel jedoch einem akuten Vergiftungsrisiko ausgesetzt sein. Ein solches Risiko ist besonders in Situationen einer hohen Exposition gegeben, z.B. für Kleinvögel durch ausgestreutes Granulat, für körnerfressende Vögel durch behandeltes Saatgut und für Gänse und Enten durch Spritzung von Grünland und Getreide. Für eine Beurteilung müssen die Wirkstoffe differenziert betrachtet und auch anwendungsspezifische Faktoren berücksichtigt werden. Eine zweite Gruppe von Wirkstoffen mit einem Gefährdungspotential für Vögel stellen Rodentizide dar, während bei den derzeit zugelassenen Fungiziden und Herbiziden im allgemeinen keine gravierenden toxischen Auswirkungen erkennbar sind.

## LITERATUR

- DESNOO, G.R. & CANTERS, K.J. (1988): Neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op terrestrische vertebraten, Teil I/II, Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden, CML Mededelingen 35a/b, Leiden 136/115 S.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG), (1990): Datensammlung zur Toxikologie der Herbizide, 1.-7. Lieferung. Weinheim.
- ELLENBERG, H. (Bearb.) (1981): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. Ökologie der Vögel 3 (Suppl.): 420 S.
- GEMMEKE, H. (1990): Untersuchungen zur Abschätzung des Gefährdungspotentials von Rodentiziden für Waldkäuze (*Strix aluco* L.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 42: 145-147.
- GODFREY, M.E.R. (1985): Non-target and secondary poisoning hazards of "second generation" anticoagulants. Acta Zool. Fennica 173: 209-212.
- GROLLEAU, G., SIOU, G. & FROUX, Y. (1975): Effets de differents fongicides sur la reproduction de la caille japonaise, *Coturnix c. japonica* L. apres application des produits par pulverisation sur les oeufs. Phytiat.-Phytopharm. 24: 37-48.
- GRÜN, B. & CLAUSING, P. (1981): Die Beeinflussung von Reproduktionsparametern bei Japanwachteln durch quecksilberhaltige Saatgutbeizmittel im 90-Tage-Test. Tagungsber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR 187: 252-259.
- HILDEBRANDT, A., SCHÖN, H. & HILLE, M. (1990): Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes im Ackerbau - Behandlungshäufigkeit und Aufwandmengen 1977 bis 1979 und 1987. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 42: 129-134.
- HILL, I.R. (1985): Effects on non-target organisms in terrestrial and aquatic environments. In: Leahey, J.P. (ed.): The pyrethroid insecticides. London. S. 151-262.
- HARDY, A.R., FLETCHER, M.R. & STANLEY, P.I. (1986): Pesticides and wildlife: twenty years of vertebrate wildlife incident investigations by MAFF. Vet. J. 40: 182-192.

- HOLZMANN, A. & CARGANICO H.-A. (1991): Die Wirkstoffmeldungen nach § 19 des Pflanzenschutzgesetzes - Ergebnisse aus dem Meldeverfahren für das Jahr 1989 im Vergleich der Jahre 1987 und 1988. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 43: 170-176.
- HUDSON, R.H., TUCKER, R.K. & HAEGELE, M.A. (1984): Handbook of toxicity of pesticides to wildlife. 2. Aufl. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publ. Nr. 153.
- MENDENHALL, V.M. & PANK, L.F. (1980): Secondary poisoning of owls by anticoagulant rodenticides. Wildl. Soc. Bull. 8: 311-315.
- POTTS, G.R. (1986): The partridge: pesticides, predation and conservation. London.
- RIEDEL, B. (1988): Gesicherte Auswirkungen von Agrochemikalien auf freilebende Vogelarten: Das Ergebnis laborexperimenteller Untersuchungen und Freilandstudien. In: BEITZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten in der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 76-80.
- RIEDEL, B. und GRÜN, G. (1986): Die vogeltoxikologische Bewertung von Thiram, Carboxin und Carbendazim als Saatgutbeizmittel für Getreide. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 40: 147-151.
- RIEDEL, B., RIEDEL, M., WIELAND, H. & GRÜN, G. (1988): Vogeltoxikologische Bewertung des Einsatzes von Delicia-Chlorphacinon-Ködern in landwirtschaftlichen Kulturen. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 42: 48-51.
- SHEAIL, J. (1985): Pesticides and nature conservation - The British experience 1950-1975. Oxford.
- SMIT, T., KEMMEREN-VAN DIJK, M., DEWIT-VAN DER WELLE, G. & BAKHUIZEN, T. (1986): Acute vergiftiging vogels meestal opzettelijk. Natuur & Milieu 10: 8-10.
- SMITH, G.J. (1987): Pesticide use and toxicology in relation to wildlife: organophosphorus and carbamate compounds. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication Nr. 170.
- SOYEZ, D. & LORGUE, G. (1978): Etude et comparaison des effets toxiques du thirame, du ziram, du zinebe, du manebe et du mancozebe fongicides du groupe des dithiocarbamates sur les perdrix rouges. Bull. mens. Off. Nation. Chasse, Sp. Scien. Tech.: 58-66.
- WHO (1988): The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1988-1989. Division of Vector Biology and Control, World Health Organization, Genf.
- Anschrift des Verfassers: Dr. Gerhard Joermann, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Messeweg 11, 3300 Braunschweig

## CHEMISCHE PFLANZENSCHUTZMITTEL IN DER AGRARLANDSCHAFT (ORT, ZEIT, UMFANG) UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE VOGELWELT

Pesticides and bird populations - Time, quantity and area of pesticide application on cultivated land

HUBERT GEMMEKE

Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der  
Biologischen Bundesanstalt, Münster

### Abstract

The avifauna of Europe shows a decrease in populations and in the number of species. The impact of pesticides is often presumed to be one of the causes for this development. To prove this assumption, a detailed knowledge of the application of pesticides is needed. In order to obtain this information, data from two surveys on the application of pesticides in agriculture and forestry were carried out. The highest rate of pesticide application is found in areas with intensive agriculture. Pastures and forests are treated at a very low rate. The period of application often coincides with the breeding season of birds. Future investigations must show if there is a causal relation between the application of pesticides and the decrease in bird populations or in number of species. The data on the application of pesticides in cultivated areas presented in this study should be used as a basis for such investigations.

### EINLEITUNG

Mit der zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft Anfang der sechziger Jahre begann eine intensive Entwicklung von Pflanzenschutzmitteln und ihr großflächiger Einsatz in weiten Teilen der Agrarlandschaft. Die Freude der ersten Jahre über die großen Erfolge im Pflanzenschutz wurde bald gedämpft, nachdem auch die Schattenseiten des chemischen Pflanzenschutzes mit seinen unerwünschten Folgewirkungen bekannt wurden (CARSON 1963). Besonders die durch bestimmte chlorierte Kohlenwasserstoffe hervorgerufenen Vergiftungen und Reproduktionsstörungen bei zahlreichen Vogelarten hatten die Pflanzenschutzmittel in Verruf gebracht (CONRAD 1977; PRINZINGER 1980; ELLENBERG 1981). Wenn auch solche problematischen Mittel heute in der Bundesrepublik Deutschland der Vergangenheit angehören, sind Pflanzenschutzmittel allgemein in Mißkredit geraten und ihr schlechter Ruf blieb in weiten Teilen der Bevölkerung und bei vielen Wissenschaftlern bis heute erhalten. In dieser Situation werden negative Entwicklungen in Fauna und Flora, z.B. der seit längerem zu beobachtende Bestands- und Artenrückgang der Vogelwelt in der Kulturlandschaft (BEZZEL 1979), schnell dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln mitangelastet. Ob und in welchem Maße Pflanzenschutzmittel an dieser Entwicklung beteiligt sind, ist bisher aber nur ansatzweise untersucht worden (ELLENBERG 1986). Dazu bedarf es einer

intensiven Erforschung aller Ursachen, wobei die Rolle der Pflanzenschutzmittel in dem komplexen Ursache-Wirkungs-Gefüge gründlicher als bisher untersucht werden muß.

Bei der Erforschung der negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln müssen neben der Toxizität, dem Akkumulations- und Abbauverhalten auch der Eintrag ins Freiland mehr als bisher beachtet werden. Erst wenn z.B. bekannt ist, welche Vogelarten in welcher Jahreszeit mit welchen Pflanzenschutzmitteln in Berührung kommen können, kann der Einfluß der Mittel auf den Bestand, das Verhalten, die Reproduktion etc. näher untersucht werden. Ziel dieser Arbeit ist es daher, an Hand von Karten und Tabellen zu zeigen:

- wieviel Pflanzenschutzmittel (kg/ha) in den verschiedenen Kreisen und kreisfreien Städten der "alten" Bundesrepublik Deutschland ausgebracht werden,
- wo die Hauptanwendungsgebiete von Pflanzenschutzmitteln liegen,
- zu welcher Zeit Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden,
- welche Pflanzenschutzmittel (Wirkstoffe) wo eingesetzt werden.

Dabei kann nur eine sogenannte Momentaufnahme (Erhebung von 1987) gezeigt werden. Die rasche Veränderung der Pflanzenschutzmittelpalette von Jahr zu Jahr und die wechselnde Anbaufläche subventionierter Feldfrüchte (z.B. Raps) im Zuge von Auswirkungen der Agrarpolitik müssen unberücksichtigt bleiben.

## MATERIAL UND METHODE

Angaben über die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel (Ort, Zeit u. Umfang) wurden aus zwei Erhebungen der Biologischen Bundesanstalt über Art und Umfang chemischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft im Jahre 1987 (HILLE 1988; HILDEBRANDT et al. 1989) und im Forst im Jahre 1985 und 1986 (WULF & WICHMANN 1989) entnommen. Bei der Erhebung über den Mitteleinsatz in der Landwirtschaft wurde in 500 landwirtschaftlichen Betrieben aus den "alten" Ländern der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme der Stadtstaaten West-Berlin, Bremen und Hamburg eine Befragung durchgeführt. Die Betriebe wurden so ausgewählt, daß alle wesentlichen strukturellen und regionalen Unterschiede entsprechend vertreten waren (HILDEBRANDT et al. 1989). Jeder befragte Betrieb "repräsentiert" etwa 14.500 ha Ackerland. Bei der Erhebung über den Mitteleinsatz im Forst beteiligten sich über 80 % der Forstämter. Dadurch wurden 89 % der gesamten Waldfläche der Bundesrepublik Deutschland erfaßt.

Aus der Umfrage über den Mitteleinsatz in der Landwirtschaft haben HILDEBRANDT et al. (1989) die Gesamtaufwandmenge an chemischen Pflanzenschutzmitteln und die Einzelaufwandmengen an Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden in 18 verschiedenen Kulturen zusammengestellt (Tab. 1-4). Als Ergebnis sind Durchschnittswerte aufgelistet, die angeben, welche Menge (Präparatmenge) Pflanzenschutzmittel pro ha in den einzelnen Kulturen im Jahre 1987 angewendet wurde. Danach waren die Aufwandmengen in den verschiedenen Kulturen sehr unterschied-

lich. Sie reichten von 11 kg in Kartoffeln bis zu weniger als 1 kg in Klee und Luzerne. Zur Feststellung, wo in der Bundesrepublik in welcher Menge Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden, ist der Flächenanteil der Kulturen in den einzelnen Gebieten von entscheidender Bedeutung. Um diese Anteile in den verschiedenen Kreisen und kreisfreien Städten der Bundesrepublik zu ermitteln, wurde die Bodennutzungshaupterhebung von 1987 herangezogen. Die dort erfaßten Flächengrößen der einzelnen Kulturen in den Kreisen (Abb. 1-14) wurden mit den kulturspezifischen Pflanzenschutzmittelaufwandmengen verrechnet, wie in Tabelle 5 exemplarisch für den Kreis Coesfeld durchgeführt. Danach wurden 1987 im Kreis Coesfeld 354.830 kg Pflanzenschutzmittel angewendet. Das ergibt eine Pflanzenschutzmittelaufwandmenge von 3,2 kg/ha, bezogen auf die gesamte Kreisfläche. Nach diesem Berechnungsschema wurden die Aufwandmengen für alle Kreise und kreisfreien Städte mit Ausnahme der Stadtstaaten Bremen, Hamburg und West-Berlin ermittelt. Neben der Gesamtaufwandmenge wurden auch die Fungizid-, Herbizid- und Insektizidmengen berechnet. Die Ergebnisse sind graphisch in den Abb. 15-18 dargestellt. In den Berechnungen sind nur die wichtigsten Kulturen berücksichtigt, die zusammen einen Flächenanteil von über 90 % an der gesamten Ackerfläche ausmachen (Tab. 5). Die Sonderkultur Wein, die in einigen Kreisen mit einem hohen Flächenanteil vertreten ist, konnte wegen fehlender Angaben über den Pflanzenschutzmittelverbrauch nicht berücksichtigt werden.

Zur Feststellung der Anwendungszeiten von Fungiziden, Herbiziden und Insektiziden konnten die von der Mehrzahl der befragten Landwirte genau angegebenen Spritztermine verwertet werden. Bei der graphischen Darstellung der Anwendungszeiten (Abb. 24) sind nur die Hauptanwendungszeiten wiedergegeben. Regional bedingte frühe oder späte Anwendungszeiten sind nicht berücksichtigt worden.

Die Brutzeiten ausgewählter Vogelarten, die in Abbildung 24 den Anwendungszeiten der Pflanzenschutzmittel gegenübergestellt sind, basieren auf Angaben aus ornithologischen Fachbüchern (z. B. GLUTZ v. BLOTZHEIM 1966-1991; NIETHAMMER et al. 1964; Bezzel 1985). Extrem frühe oder späte Brutzeiten sind außer acht gelassen worden.

Zur Ermittlung der Betriebsgrößen in den verschiedenen Kreisen wurden die entsprechenden statistischen Berichte der Länder über die Größenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe von 1987 herangezogen. Für die graphische Darstellung wurden die Betriebe in fünf Betriebsgrößenklassen eingeteilt. Für jede Größenklasse wurde eine Karte erstellt, die zeigt, wie häufig die entsprechende Betriebsgröße in den Kreisen und kreisfreien Städten vertreten ist (Abb. 19-23).

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Abbildung 15 macht deutlich, daß nur in wenigen Gebieten der "alten" Bundesrepublik Deutschland chemische Pflanzenschutzmittel überdurchschnittlich viel ( $> 3$  kg/ha Kreisfläche) angewendet werden. Das sind vor allem die großen Ackerbaugebiete Ostholsteins, der Braunschweig-Hildesheimer Börde, der Köln-Aachener Bucht, des Raums Würzburg und des Niederbayerischen

Ackergäus. In diesen Gebieten ist der Anteil der Ackerflächen an der Kreisfläche besonders groß, und auf den meist fruchtbaren Böden werden bevorzugt Kulturen wie Zuckerrüben, Raps und Wintergetreide angebaut, die einen hohen Pflanzenschutzmittelaufwand erfordern (Abb. 16–18). Ein auffallend hoher Fungizidaufwand (Abb. 17) ist im Kreis Neuburg-Schrobenhausen zu verzeichnen. Dafür verantwortlich ist der dort konzentrierte Kartoffelanbau, bei dem besonders intensiv Fungizide (durchschnittlich 7,39 kg/ha) angewendet werden. Aus Abbildung 18 geht hervor, daß sich die intensive Insektizidanwendung auf nur wenige Kreise konzentriert. Dieses sind Gebiete, wo Zuckerrüben, Raps, Kartoffeln und Winterweizen – Kulturen mit überdurchschnittlich hohem Insektizidaufwand – besonders häufig sind.

Die in den Abb. 15–18 angegebenen Aufwandmengen von Pflanzenschutzmitteln basieren auf Mittelwerten (HILDEBRANDT et al. 1989). Wie aber die Umfrage ergeben hat, ist die Aufwandmenge von der Betriebsgröße abhängig. Mit zunehmender Betriebsgröße steigen kontinuierlich der Anteil der behandelten Fläche und die Behandlungshäufigkeit. Kleine Betriebe unter 10 ha behandeln ihre Ackerfläche durchschnittlich zweimal im Jahr, große Betriebe über 100 ha dagegen durchschnittlich sechsmal im Jahr. Dadurch verwenden die kleinen Betriebe z.B. bei Kartoffeln mit durchschnittlich 2,2 kg/ha nur etwa ein Viertel der Aufwandmenge großer Betriebe.

Aus den Angaben der statistischen Berichte der Länder über die Betriebsgrößen wird deutlich, daß sich große Betriebe über 30 ha vornehmlich in den Ackerbaugebieten Norddeutschlands befinden (Abb. 19–23). Daher ist dort mit einem höheren Mitteleinsatz pro ha zu rechnen, als in den Abb. 15–18 angegeben ist. Umgekehrt liegen die Werte in den übrigen Gebieten, wo vorwiegend kleine Betriebe vorherrschen, entsprechend niedriger. In den in der Erhebung befragten Betrieben, wurde z.B. Winterweizen in Norddeutschland im Durchschnitt elfmal und in Süddeutschland nur fünfmal behandelt. Die durchschnittliche Aufwandmenge liegt damit z.B. im Marschgebiet von Schleswig fast doppelt so hoch wie im Gebiet Obermain-Frankenalb (HILDEBRANDT et al. 1989).

Aus der Umfrage über den Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft wurde außerdem deutlich, daß Grünland, das über ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausmacht, nur geringfügig mit chemischen Pflanzenschutzmitteln behandelt wird. Nur auf etwa 7 % der Fläche werden durchschnittlich 1,8 kg/ha, hauptsächlich Herbizide, eingesetzt. Noch geringer ist die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Forst, wie aus der entsprechenden Erhebung hervorgeht. Nur 1,2 % der Waldfläche wird jährlich mit durchschnittlich 10,42 kg/ha Pflanzenschutzmitteln, hauptsächlich Repellentmittel, behandelt (WULF & WICHMANN 1989).

Zusammenfassend haben die beiden Erhebungen über die Pflanzenschutzmittelanwendung in der Landwirtschaft und im Forst gezeigt, daß im größten Teil der "alten" Bundesrepublik entweder keine (Forst) oder nur in geringen Mengen Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Das Hauptanwendungsgebiet liegt in den fruchtbaren Ackerbaugebieten, die etwa ein Drittel der gesamten Ackerfläche ausmachen.

In der Erhebung über die Pflanzenschutzmittelanwendung in landwirtschaftlichen Betrieben sind auch die Anwendungszeiten der Pflanzenschutzmittel aufgeführt. Sie lassen erkennen, wann in

welchen Kulturen die Mittel im Laufe des Jahres ausgebracht werden. In Abbildung 24 ist eine Gegenüberstellung der Brutzeiten einiger Vögel der Agrarlandschaft mit den Anwendungszeiten der Pflanzenschutzmittel in den verschiedenen Kulturen dargestellt. Es wird deutlich, daß die genannten Vogelarten gerade während der sensiblen Phase der Reproduktion mit Pflanzenschutzmitteln in Berührung kommen können. Negative Auswirkungen auf ihren Bestand müßten sich daher besonders in dieser Zeit bemerkbar machen, wenn durch Pflanzenschutzmittel direkt (z.B. Vergiftungen, Wachstumsstörungen der Brut) oder indirekt (z.B. Nahrungsentzug) die Reproduktion behindert wird.

Bei der Suche nach unerwünschten Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Vogelwelt muß das Augenmerk auch auf die unterschiedlichen Wirkstoffe der verschiedenen Präparate gelegt werden. Nicht jeder Wirkstoff bzw. jede Wirkstoffgruppe stellt für Vögel eine Gefahr dar. Es sind meist nur ganz bestimmte Stoffe, z.B. bei den Insektiziden einige Carbamate, Phosphorsäureester und chlorierte Kohlenwasserstoffe. Abbildung 25 zeigt beispielhaft bei den Insektiziden, wo welche Wirkstoffe 1987 eingesetzt wurden. Leider sind solche Übersichten nach kurzer Zeit nicht mehr aktuell. Im Zuge der verschärften Gesetzgebung im Bereich des Wasser- und Bodenschutzes sind heute eine Reihe der zur Zeit der Erhebung noch verwendeten Mittel nicht mehr zugelassen. Neue Mittel mit neuen Wirkstoffen haben die alten teilweise ersetzt. Bei gezielten Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf den Vogelbestand muß daher stets nach den im Untersuchungsgebiet verwendeten Präparaten gefragt werden.

Die in dieser Arbeit vorgestellten Karten und Tabellen machen deutlich, in welchen Gebieten der "alten" Bundesrepublik Deutschland Pflanzenschutzmittel besonders intensiv angewendet werden. Negative Auswirkungen auf die Avifauna müßten sich in diesen Gebieten am auffälligsten bemerkbar machen. Für ihre Erforschung sollen die dargestellten Daten Grundlage und gleichzeitig Anregung sein.

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Vogelwelt Europas vollzieht sich gegenwärtig ein auffälliger Arten- und Bestandsrückgang, für den als Ursache u.a. der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln vermutet wird. Als Grundlage für die Untersuchung schädlicher Auswirkungen der Mittel sind Angaben über die Art ihrer Anwendung (Ort, Menge, Zeit) erforderlich. Entsprechende Daten wurden aus zwei Erhebungen über die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft und im Forst zusammengestellt und graphisch dargestellt. Die größte Menge an Pflanzenschutzmitteln wird in Gebieten mit intensivem Ackerbau ausgebracht. Grünland und Wald werden nur wenig behandelt. Die Anwendungszeiten fallen größtenteils mit den Brutzeiten zahlreicher Vögel der Agrarlandschaft zusammen. Exakte Untersuchungen müssen zeigen, ob zwischen chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen und dem beobachteten Arten- und Bestandsrückgang ein kausaler Zusammenhang besteht. Die Angaben über die Anwendung der Mittel in der Kulturlandschaft sollen als Grundlage für gezielte Untersuchungen dienen.



## LITERATUR

- BEZZEL, E. (1985): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Nonpasseriformes. Aula Verlag, Wiesbaden.
- CARSON, R. (1963): Der stumme Frühling. München.
- CONRAD, B. (1977): Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands. Vogelkl. Bibliothek 5, Greven.
- ELLENBERG, H. (Bearb.) (1981): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. Ökol. Vögel 3, (Suppl.): 420 S.
- ELLENBERG, H. (1986): Warum gehen Neuntöter (*Lanius collurio*) in Mitteleuropa im Bestand zurück? Überlegungen zu den Auswirkungen von Pestiziden sowie zu den Landschaftsveränderungen im Winterquartier und im Brutgebiet. Corax 12: 34-46.
- GLUTZ V. BLOTZHEIM, U.N. (Hrsg.) (1966 - 1991): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Wiesbaden.
- HILDEBRANDT, A., HAMMER, W. & SCHÖN, H. (1989): Behandlungshäufigkeit und Aufwandmenge im chemischen Pflanzenschutz des Ackerbaues der Bundesrepublik Deutschland 1977 bis 1979 und 1987. Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. Braunschweig, 113 S.
- HILLE, M. (1988): Erhebung über Art und Menge der während des Erntejahres 1987 in verschiedenen Ackerbaukulturen angewendeten Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Berlin-Dahlem. 243: 67 S.
- NIETHAMMER, G., KRAMER, H. & WOLTERS, H.E. (1964): Die Vögel Deutschlands. Frankfurt a.M.
- PRINZINGER, G. & R. (1980): Pestizide und Brutbiologie der Vögel. Vogelkl. Bibliothek 12, Greven.
- WULF, A. & WICHMANN, Chr. (1989): Über Art und Umfang der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel im Forst. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Berlin-Dahlem. 255: 62 S.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hubert Gemmeke, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt, 4400 Münster, Toppheideweg 88

## Anhang: Tabellen und Abbildungen

- Tab. 1-4 Zur durchschnittlichen Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln (Insgesamt, Herbizide, Fungizide, Insektizide) bei Feldfrüchten in der Bundesrepublik Deutschland 1987 nach Betriebsgrößenklassen  
- = nicht vorhanden  
· = Zahlenwert unbekannt oder geheimzuhalten
- Tab. 5 Pflanzenschutzmittelanwendung im Erntejahr 1987 im Kreis Coesfeld
- Abb. 1-14 Zum Flächenanteil einzelner Kulturen an der jeweiligen Kreisfläche
- Abb. 15-18 Zur Pflanzenschutzmittelanwendung (Präparatmenge in kg bzw. l/ha) im Erntejahr 1987
- Abb. 19-23 Zur Größenstruktur landwirtschaftlicher Betriebe in den Kreisen und kreisfreien Städten der Bundesrepublik Deutschland 1987.
- Abb. 24 Pflanzenschutzmittelanwendungszeiten ausgewählter Kulturarten in Beziehung zu den Brutzeiten einiger Vogelarten der Agrarlandschaft
- Abb. 25 Anwendung verschiedener Insektizidwirkstoffgruppen im Erntejahr 1987 in ausgewählten Kreisen

Fruchtart	Betriebsgröße (ha landwirtschaftliche Fläche)						
	≤ 10	10-20	20-30	30-50	50-100	≥ 100	insgesamt
Durchschnitt kg Pflanzenschutzmittel je ha Anbaufläche u. Jahr							
W-Weizen	8,22	8,96	9,23	11,36	12,27	12,81	10,74
S-Weizen	·	6,66	7,78	7,86	7,75	4,36	7,11
W-Gerste	6,31	6,13	6,00	6,34	7,50	8,27	6,69
S-Gerste	3,62	3,96	2,97	4,28	3,90	4,72	3,84
Roggen	5,30	3,51	4,55	4,33	5,08	5,11	4,61
Hafer	3,59	3,51	2,81	3,39	3,39	4,66	3,39
Körnermais	·	3,08	3,94	3,85	6,76	1,59	4,40
Menggetreide	2,89	3,34	3,05	3,21	0,85	1,17	2,80
-----							
Getreide							
insgesamt	5,62	5,88	6,10	7,09	8,21	9,39	7,00
-----							
Raps	7,24	5,38	5,93	5,25	5,67	4,87	5,48
Kartoffeln	2,95	8,05	12,59	11,30	13,78	19,13	11,06
Zu.-Rüben	6,89	9,21	8,14	8,97	9,05	10,68	9,18
Fu.-Rüben	5,18	5,80	6,48	8,55	6,39	5,75	6,51
-----							
Klee	-	-	0,10	-	-	-	0,02
Luzerne	-	-	-	-	-	·	-
sonstiges							
Feldfutter	-	1,82	1,82	3,06	3,06	2,35	2,33
Grün- u.							
Silomais	2,18	3,15	2,77	3,07	3,36	1,76	2,97
-----							
Grassamen	·	-	-	1,95	-	1,84	0,95
-----							
Ackerbohnen	·	-	4,60	3,87	4,84	4,92	3,89
-----							
Zusammen	5,14	5,35	5,44	6,23	7,38	8,72	6,32

Tab.1 Durchschnittliche Aufwandmengen an Pflanzenschutzmitteln (Präparate) bei Feldfrüchten in der Bundesrepublik Deutschland 1987 nach Betriebsgrößenklassen (nach HILDEBRANDT et al. 1989)

Fruchtart	Betriebsgröße (ha landwirtschaftliche Fläche)						
	≤10	10-20	20-30	30-50	50-100	≥100	insgesamt
Durchschnitt kg Pflanzenschutzmittel je ha Anbaufläche u. Jahr							
W-Weizen	4,96	4,93	4,49	5,07	5,05	4,83	4,90
S-Weizen	·	2,89	4,56	3,61	3,10	1,26	3,20
W-Gerste	5,51	5,19	4,88	5,11	5,51	6,06	5,30
S-Gerste	3,45	3,84	2,75	3,94	3,26	3,73	3,51
Roggen	4,25	2,49	3,37	3,37	3,23	2,69	3,23
Hafer	3,59	3,38	2,44	2,81	2,73	3,00	3,01
Körnermais	·	3,04	3,94	3,30	5,23	1,59	3,80
Menggetreide	2,89	3,24	3,05	3,21	0,85	1,17	2,78
-----							
Getreide							
insgesamt	4,38	4,28	4,01	4,42	4,55	4,65	4,36
-----							
Raps	6,16	5,01	5,16	4,57	4,57	3,30	4,47
Kartoffeln	0,93	2,22	3,87	2,96	3,60	4,42	2,95
Zu.-Rüben	5,97	7,71	7,23	7,59	7,32	7,19	7,36
Fu.-Rüben	4,74	5,52	5,89	6,94	5,63	5,37	5,77
-----							
Klee	-	-	-	-	-	-	-
Luzerne	-	-	-	-	-	·	-
sonstiges							
Feldfutter	-	1,75	1,75	2,88	2,74	2,03	2,18
Grün- u.							
Silomais	2,18	3,15	2,75	2,91	3,13	1,76	2,88
-----							
Grassamen	·	-	-	1,95	-	1,83	0,93
-----							
Ackerbohnen	·	-	4,60	3,47	3,70	4,58	3,43
-----							
Zusammen	4,02	4,03	3,81	4,16	4,43	4,53	4,15

Tab.2 Durchschnittliche Aufwandmengen an Herbiziden (Präparate) bei Feldfrüchten in der Bundesrepublik Deutschland 1987 nach Betriebsgrößenklassen (nach HILDEBRANDT et al. 1989)

Fruchtart	Betriebsgröße (ha landwirtschaftliche Fläche)						
	≤10	10-20	20-30	30-50	50-100	≥100	insgesamt
Durchschnitt kg Pflanzenschutzmittel je ha Anbaufläche u. Jahr							
W-Weizen	2,09	3,13	3,70	4,89	5,34	5,84	4,39
S-Weizen	.	3,24	2,79	3,33	3,62	2,50	3,16
W-Gerste	0,56	0,73	0,82	0,99	1,27	1,53	1,00
S-Gerste	0,16	0,13	0,23	0,27	0,60	0,81	0,30
Roggen	0,43	0,59	0,36	0,48	0,94	1,33	0,67
Hafer	-	-	-	-	0,14	0,22	0,03
Körnermais	.	-	-	-	-	-	-
Menggetreide	-	0,10	-	-	-	-	0,03
Getreide							
insgesamt	0,80	1,24	1,54	2,00	2,54	3,38	1,90
Raps	0,85	0,03	0,39	0,26	0,51	0,96	0,52
Kartoffeln	1,72	4,98	8,25	7,97	9,06	13,47	7,39
Zu.-Rüben	0,33	-	0,14	0,06	0,10	-	0,07
Fu.-Rüben	-	-	-	0,04	-	-	0,01
Klee	-	-	0,10	-	-	-	0,02
Luzerne	-	-	-	-	-	.	-
sonstiges							
Feldfutter	-	-	-	0,17	0,19	0,22	0,09
Grün- u.							
Silomais	-	-	-	-	0,05	-	0,01
Grassamen	.	-	-	-	-	-	-
Ackerbohnen	.	-	-	-	0,57	-	0,15
Zusammen	0,74	0,98	1,20	1,49	1,99	2,80	1,52

Tab.3 Durchschnittliche Aufwandmengen an Fungiziden (Präparate) bei Feldfrüchten in der Bundesrepublik Deutschland 1987 nach Betriebsgrößenklassen (nach HILDEBRANDT et al. 1989)

Fruchtart	Betriebsgröße (ha landwirtschaftliche Fläche)						
	≤10	10-20	20-30	30-50	50-100	≥100	insgesamt
Durchschnitt kg Pflanzenschutzmittel je ha Anbaufläche u. Jahr							
W-Weizen	0,13	0,10	0,10	0,16	0,20	0,25	0,16
S-Weizen	.	-	-	0,02	0,08	-	0,02
W-Gerste	-	-	-	0,01	0	-	0
S-Gerste	-	-	-	0,01	0,02	-	0,01
Roggen	-	-	-	0,01	-	0,01	0
Hafer	-	-	-	0,03	0,04	0,07	0,02
Körnermais	.	0,04	-	0,55	1,54	-	0,61
Menggetreide	-	-	0,88	-	-	-	0,15
Getreide insgesamt	0,04	0,03	0,05	0,09	0,16	0,12	0,09
Raps	0,23	0,35	0,38	0,39	0,54	0,49	0,44
Kartoffeln	0,29	0,85	0,47	0,21	1,11	1,24	0,68
Zu.-Rüben	0,60	1,33	0,77	1,32	1,63	3,50	1,74
Fu.-Rüben	0,44	0,27	0,60	1,58	0,76	0,38	0,73
Klee	-	-	-	-	-	-	-
Luzerne	-	-	-	-	-	.	-
sonstiges Feldfutter	-	0,07	0,07	0,02	0,13	0,11	0,06
Grün- u. Silomais	-	-	0,02	0,16	0,23	-	0,10
Grassamen	.	-	-	-	-	0,02	0,01
Ackerbohnen	.	-	-	0,40	0,57	0,32	0,32
Zusammen	0,07	0,10	0,11	0,20	0,34	0,56	0,22

Tab.4 Durchschnittliche Aufwandmengen an Insektiziden (Präparate) bei Feldfrüchten in der Bundesrepublik Deutschland 1987 nach Betriebsgrößenklassen (nach HILDEBRANDT et al. 1989)

Kulturen	Anbaufläche (ha)	Durchschnitt. Aufwandmenge (kg/ha)	Gesamtaufwand- menge (kg)
Winterweizen	3.100	10,74	140.496
Sommerweizen	306	7,11	2.175
Wintergerste	16.057	6,69	107.421
Sommergerste	1.702	3,84	6.535
Roggen	1.326	4,61	6.112
Hafer	2.864	3,39	9.708
Körnermais	9.492	4,40	41.764
Menggetreide	695	2,80	1.964
Raps	350	5,48	1.918
Kartoffeln	40	11,06	442
Zuckerrüben	292	9,18	2.680
Futterrüben	125	6,51	813
Silomais	10.982	2,97	32.616
			-----
			354.830 kg : 110.849 ha = 3,2 kg/ha

Tab.5 Pflanzenschutzmittelanwendung im Erntejahr 1987 im Kreis Coesfeld

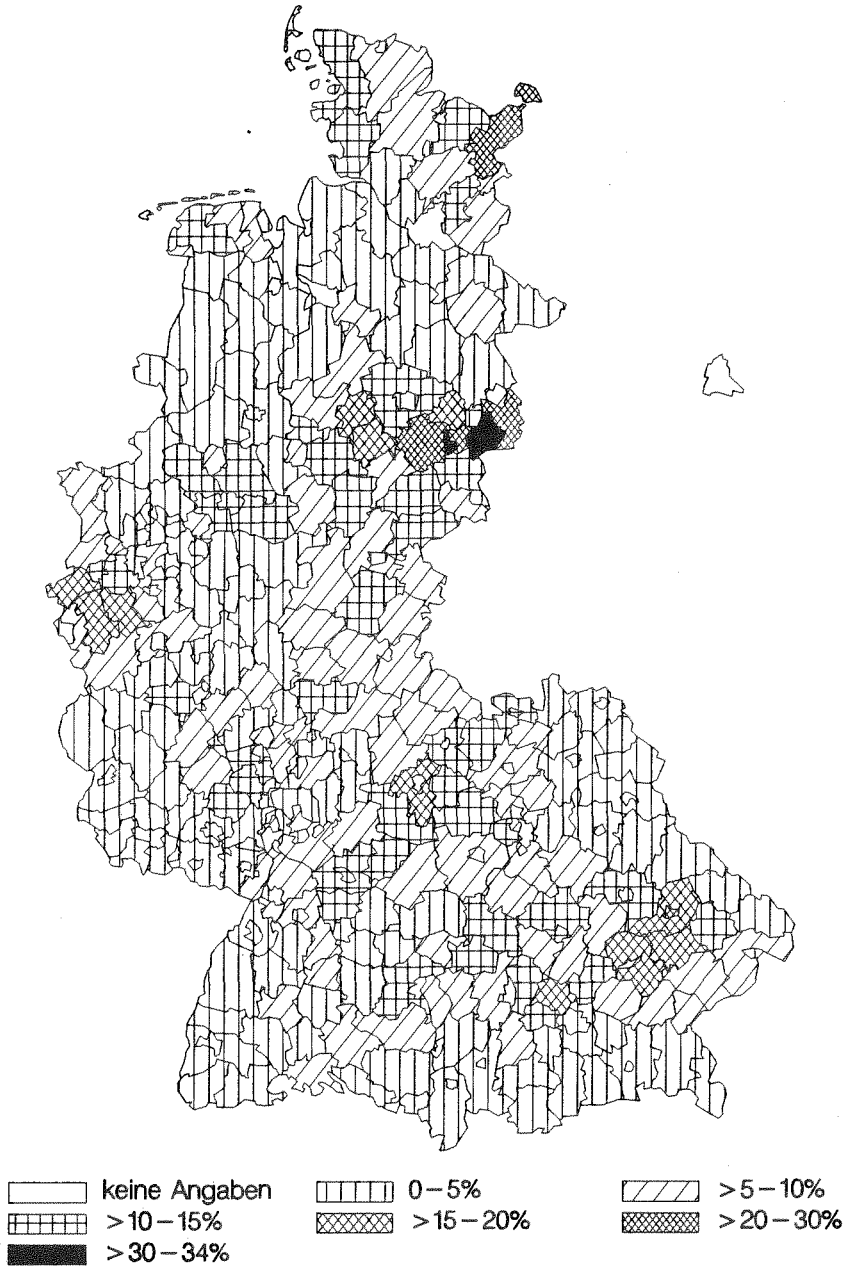


Abb.1 Anteil der Winterweizenfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987



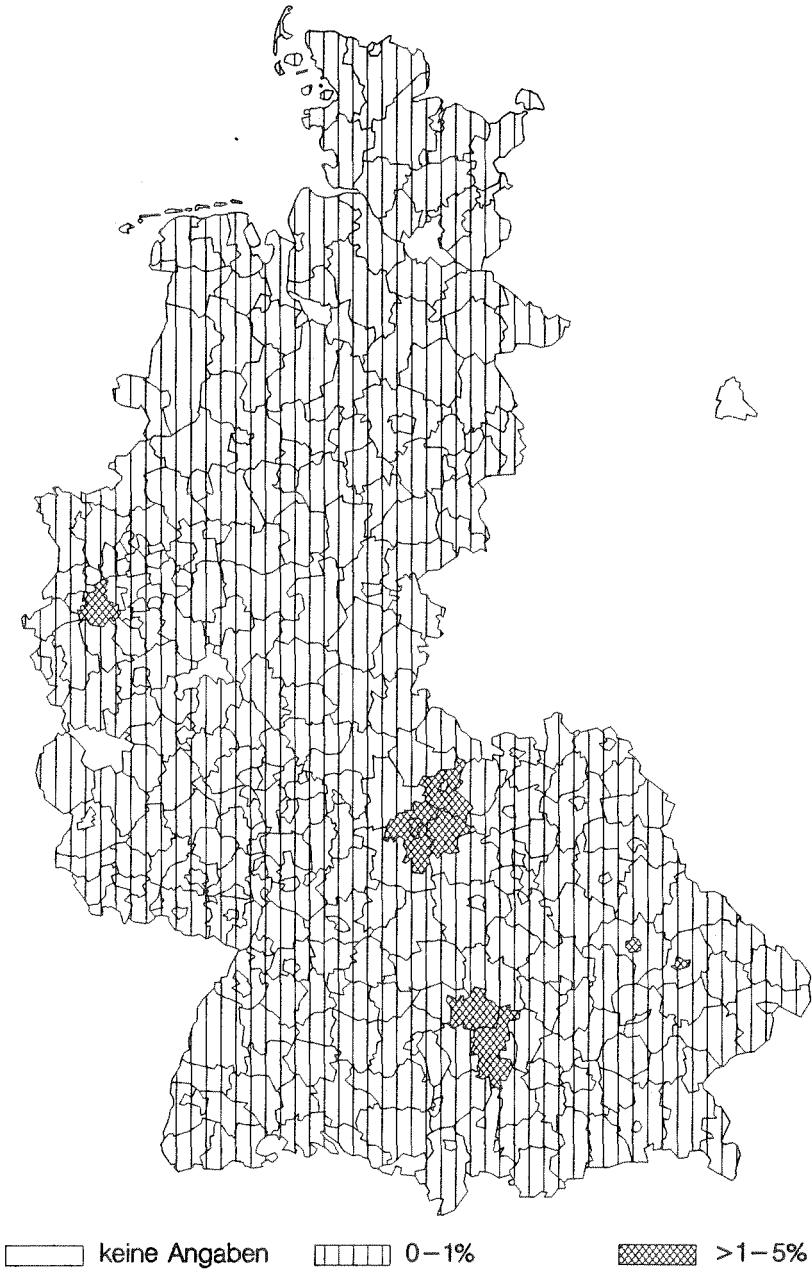


Abb.2 Anteil der Sommerweizenfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

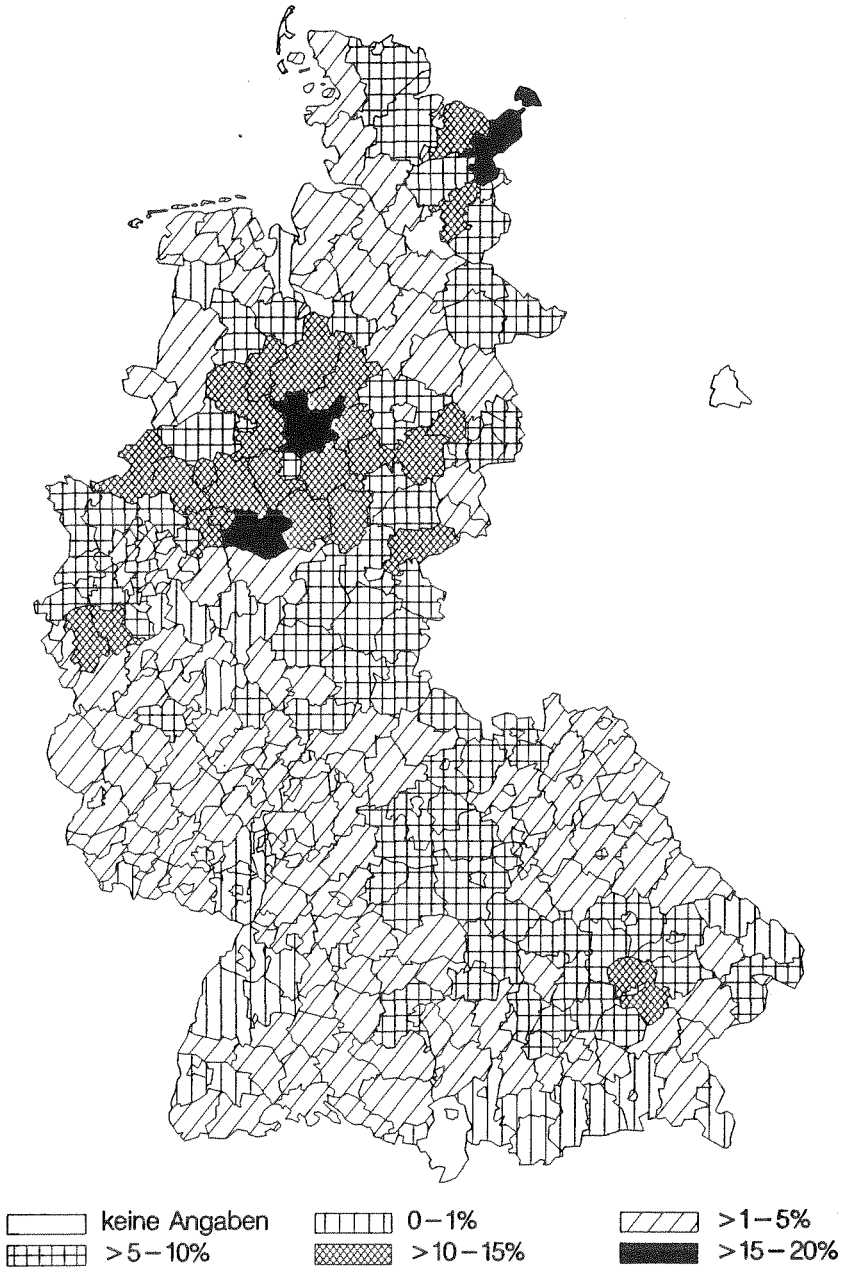


Abb.3 Anteil der Wintergerstefläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

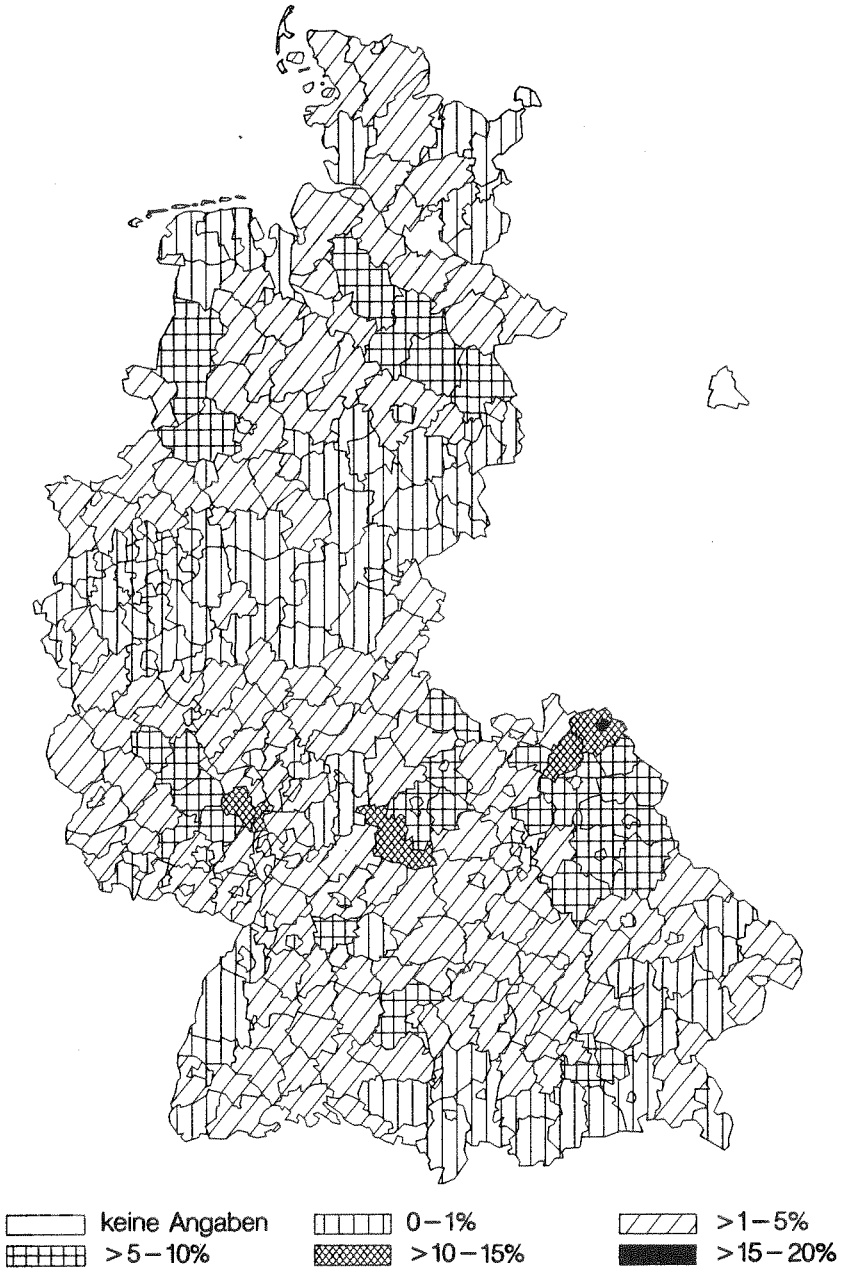


Abb.4 Anteil der Sommergerstefläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

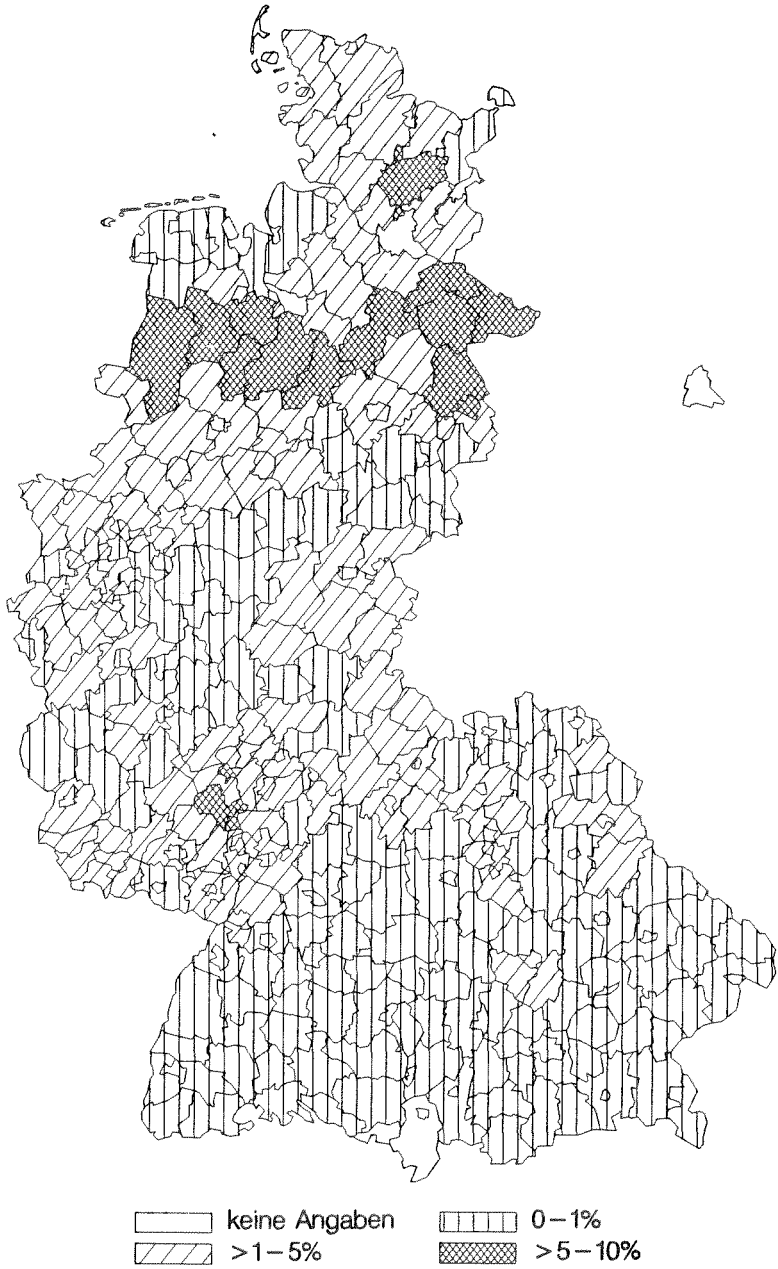


Abb.5 Anteil der Roggenfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

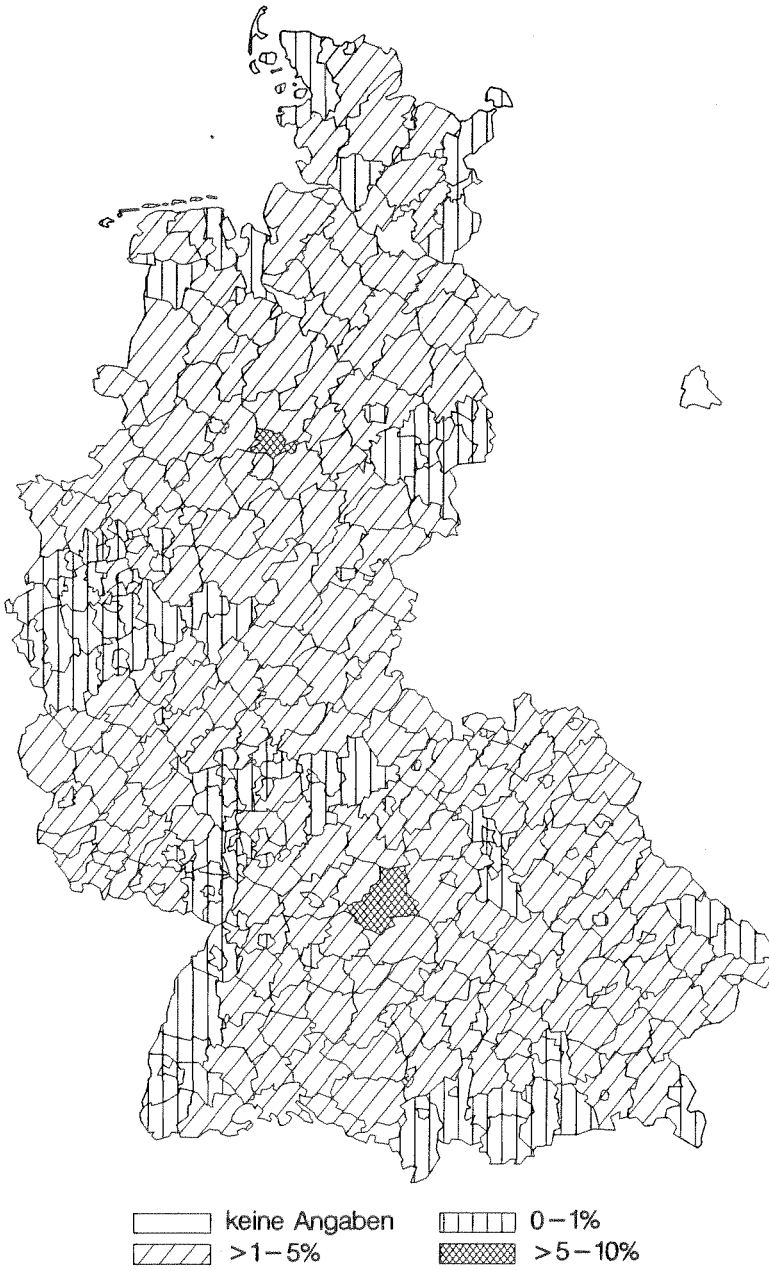


Abb.6 Anteil der Haferfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

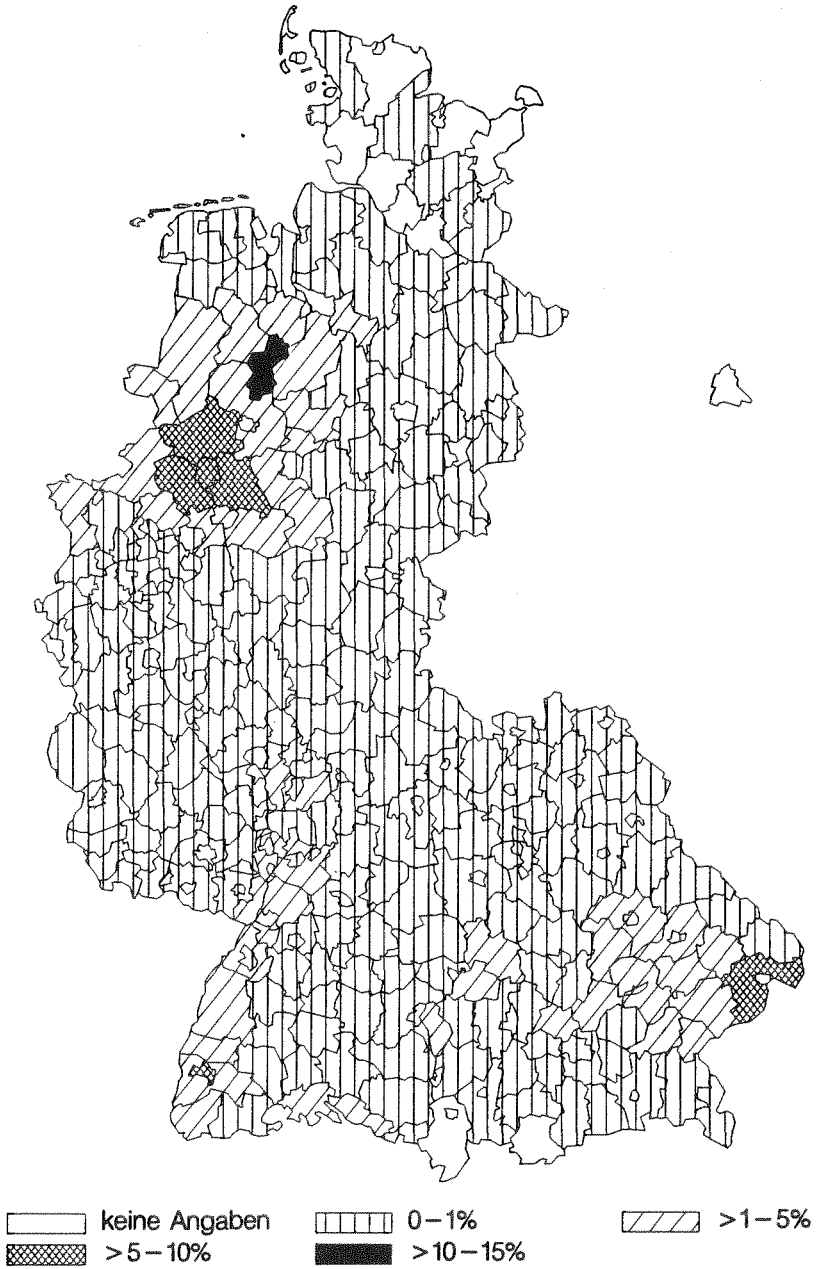


Abb.7 Anteil der Körnermaisfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

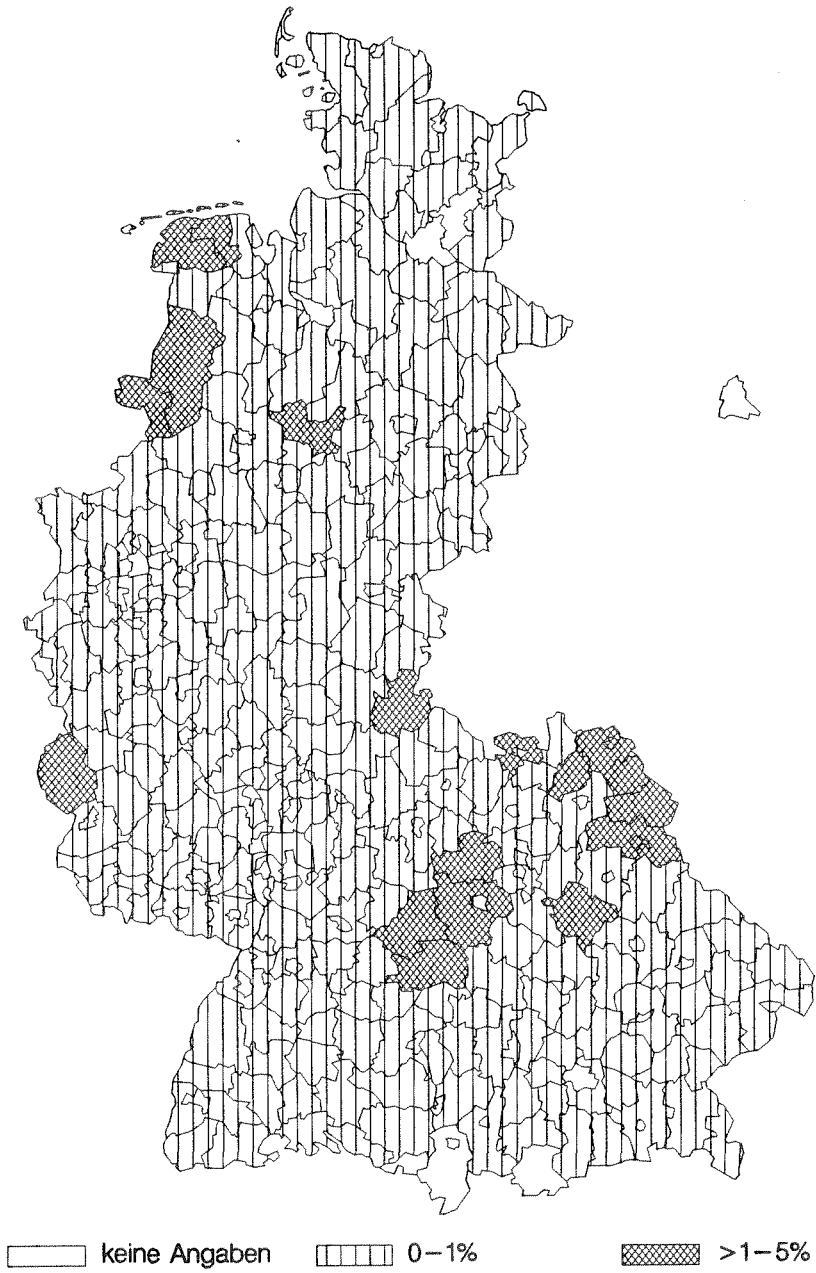


Abb.8 Anteil der Menggetreidefläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

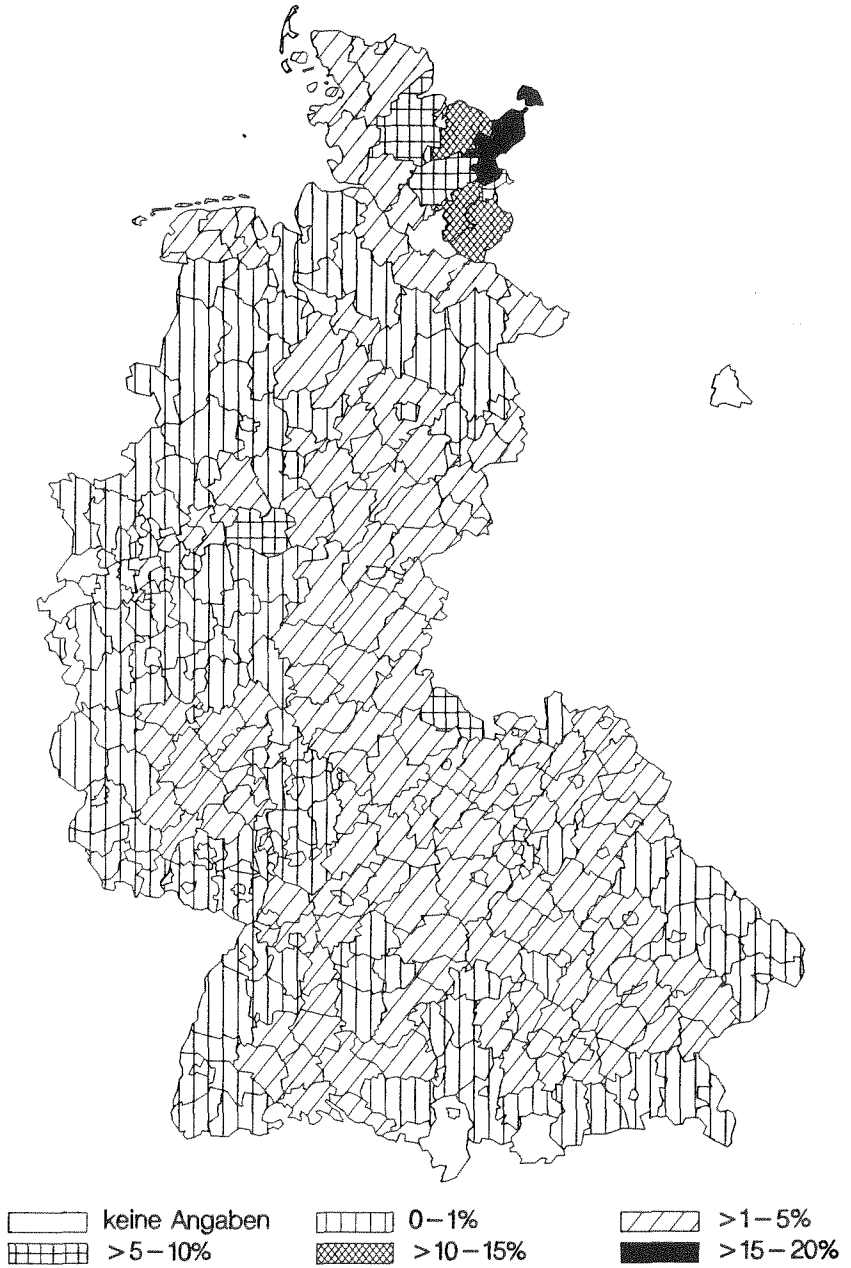


Abb.9 Anteil der Rapsfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987



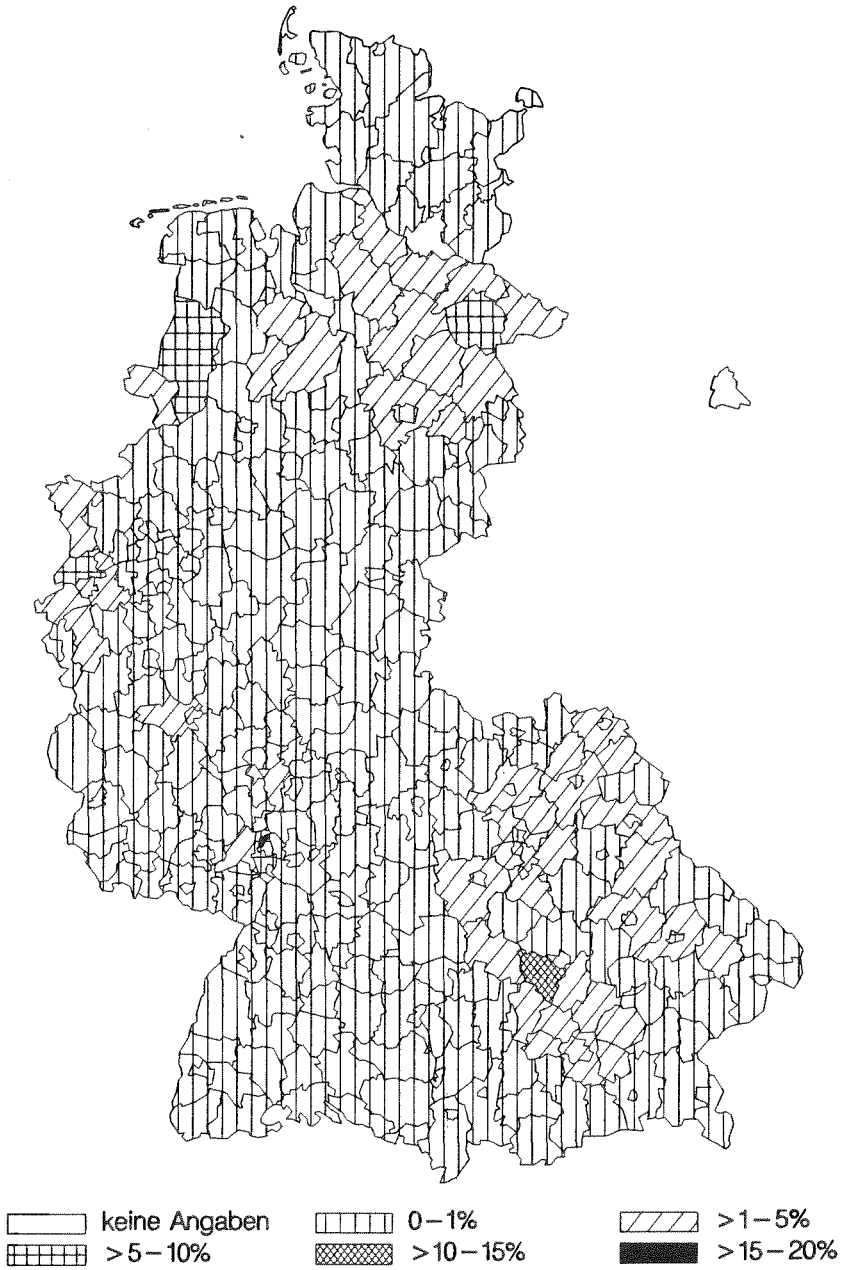


Abb.10 Anteil der Kartoffelfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

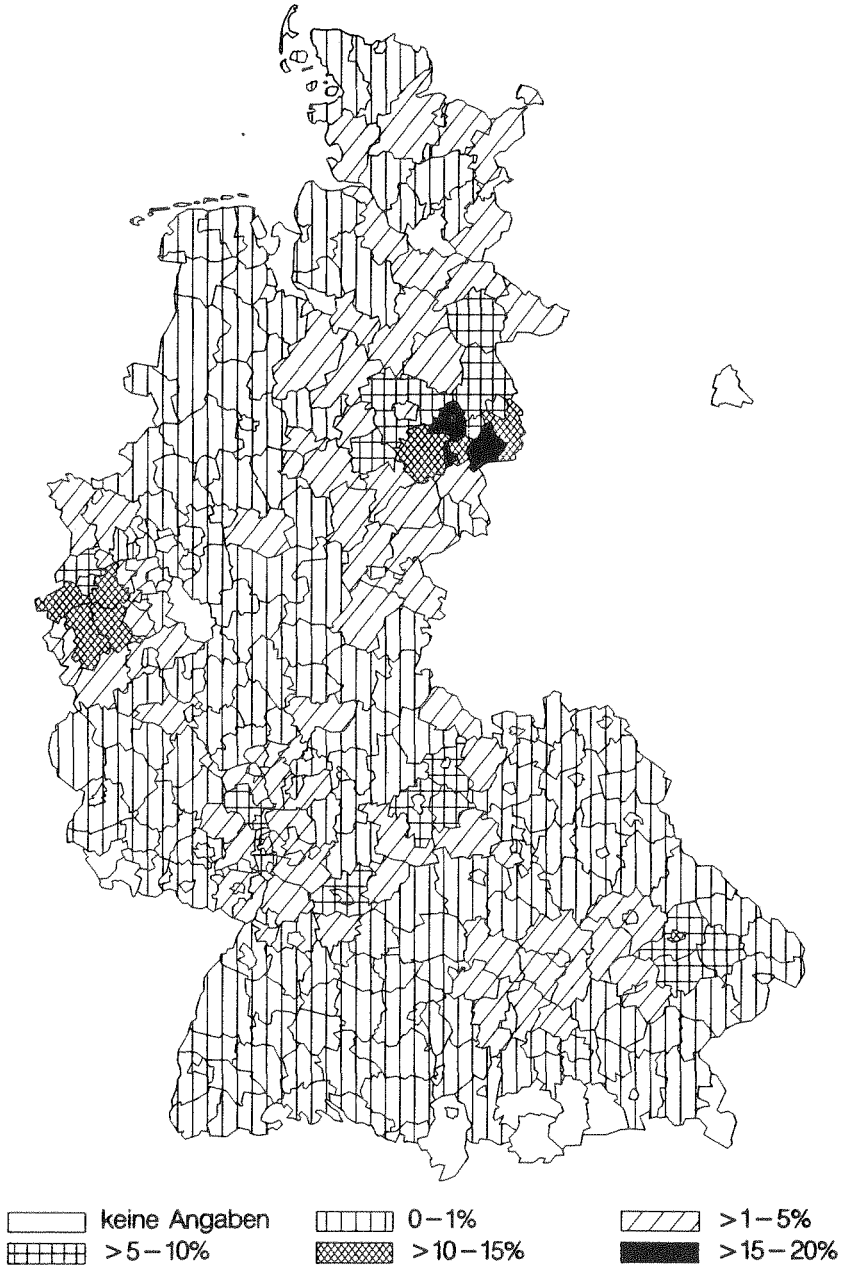


Abb.11 Anteil der Zuckerrübenfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

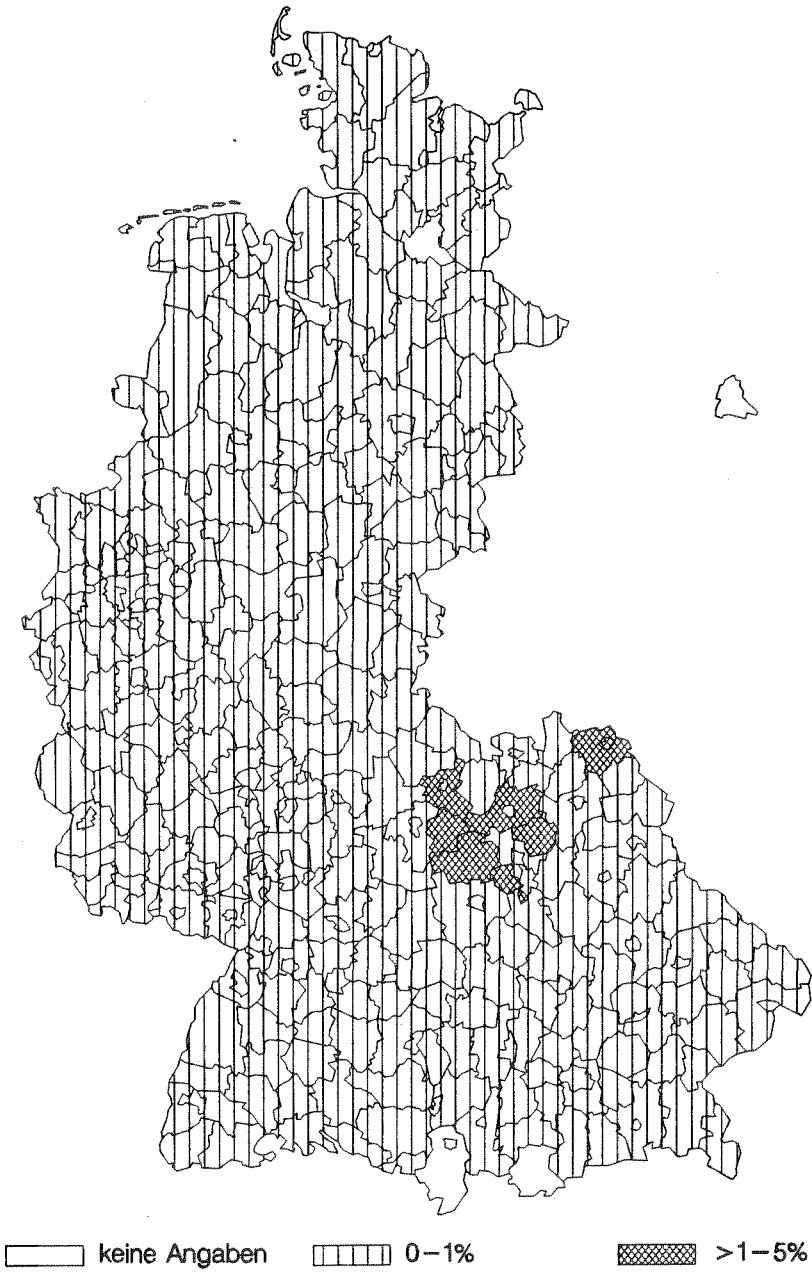


Abb.12 Anteil der Futterrübenfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

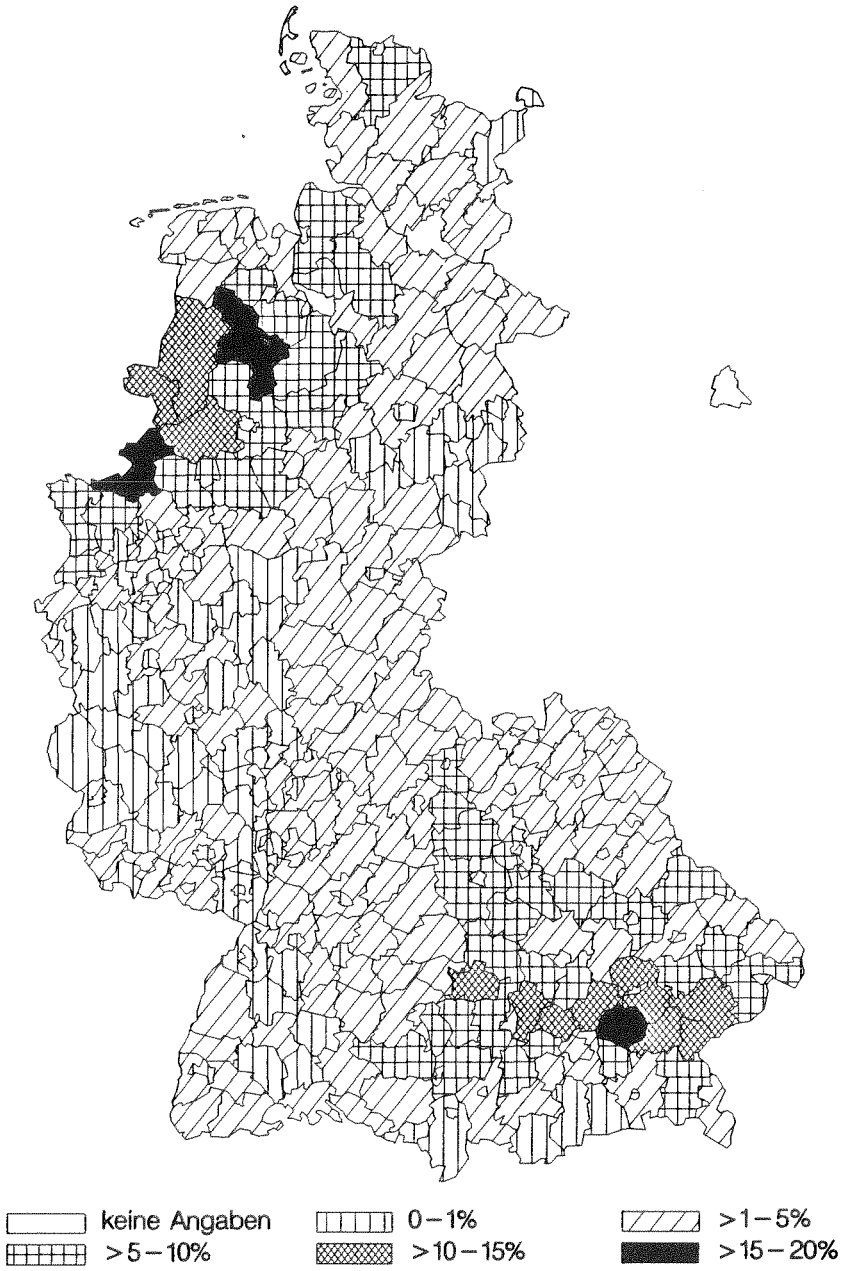


Abb.13 Anteil der Silomaisfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

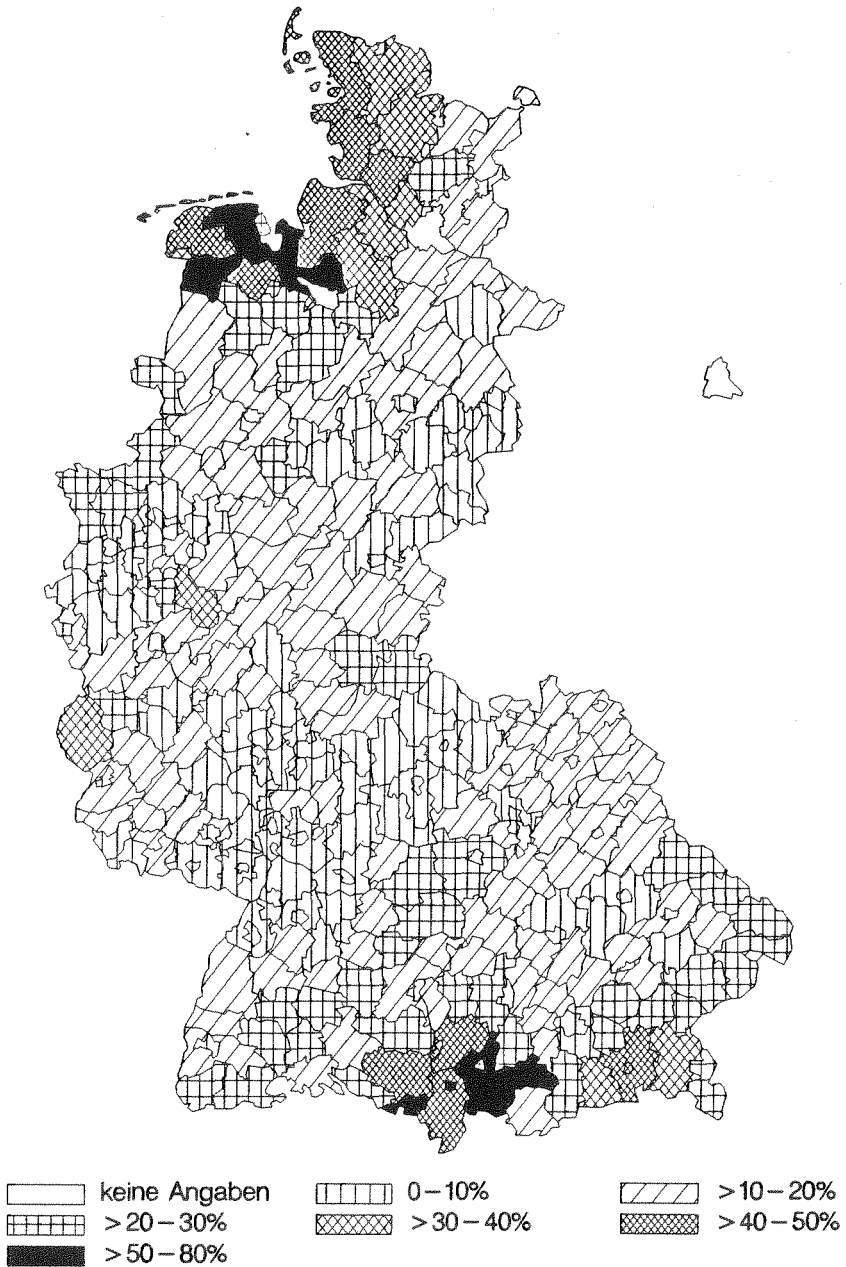


Abb.14 Anteil der Grünlandfläche an der jeweiligen Kreisfläche im Jahre 1987

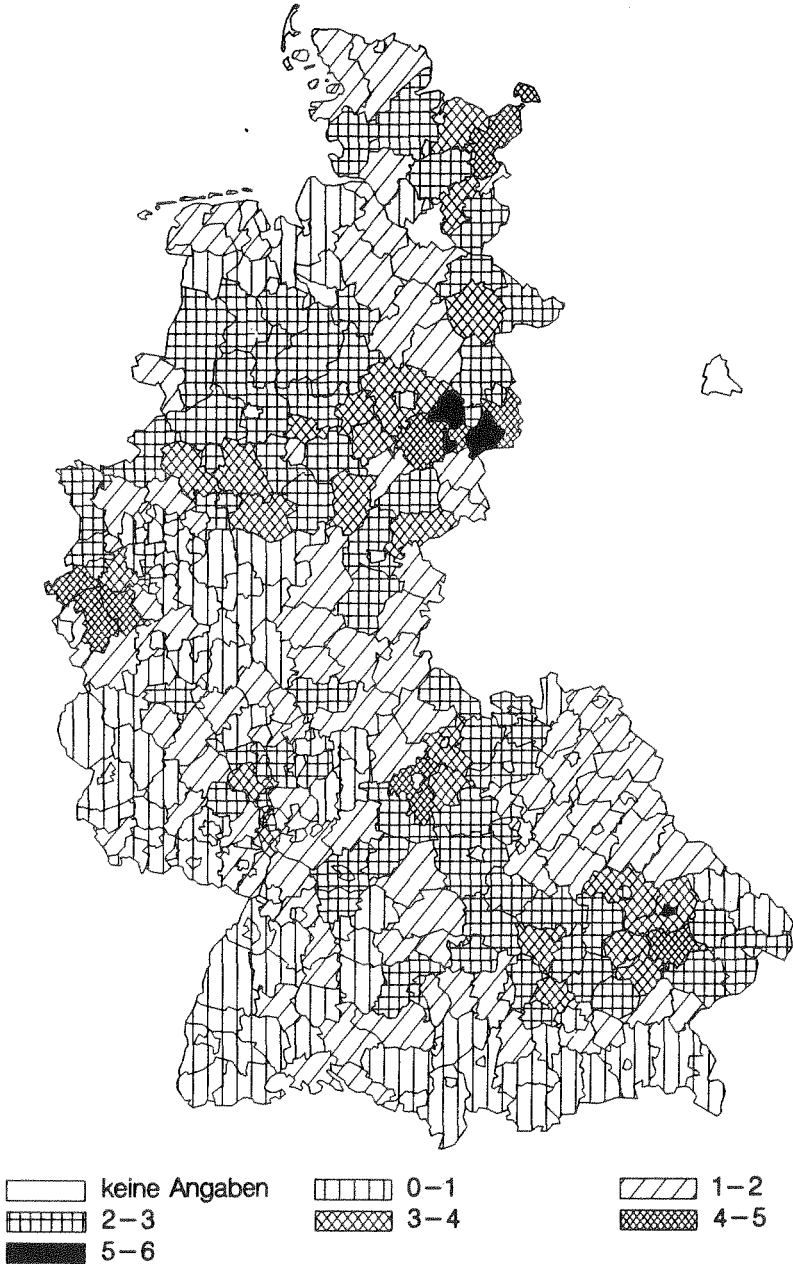


Abb.15 Pflanzenschutzmittelanwendung (Präparatmenge kg bzw. l/ha) im Erntejahr 1987

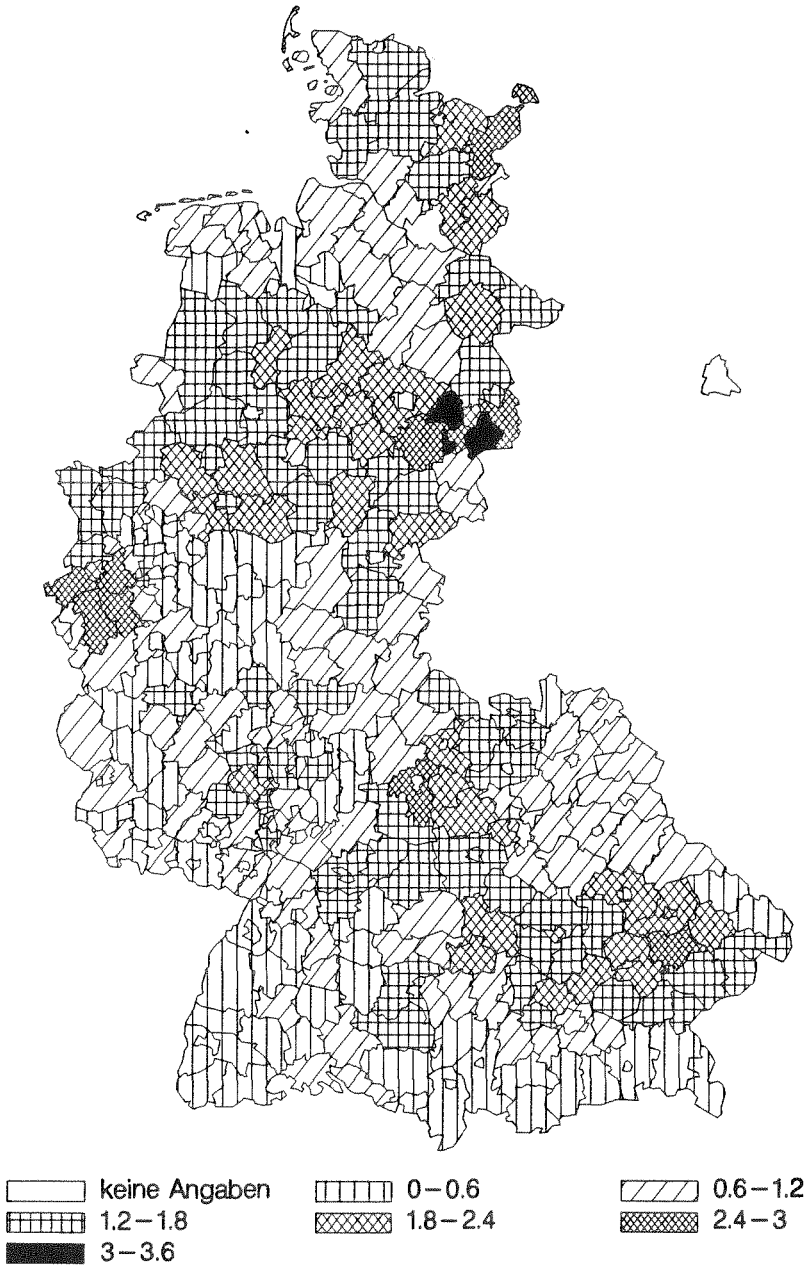


Abb.16 Herbizidanwendung (Präparatmenge kg bzw. l/ha) im Erntejahr 1987

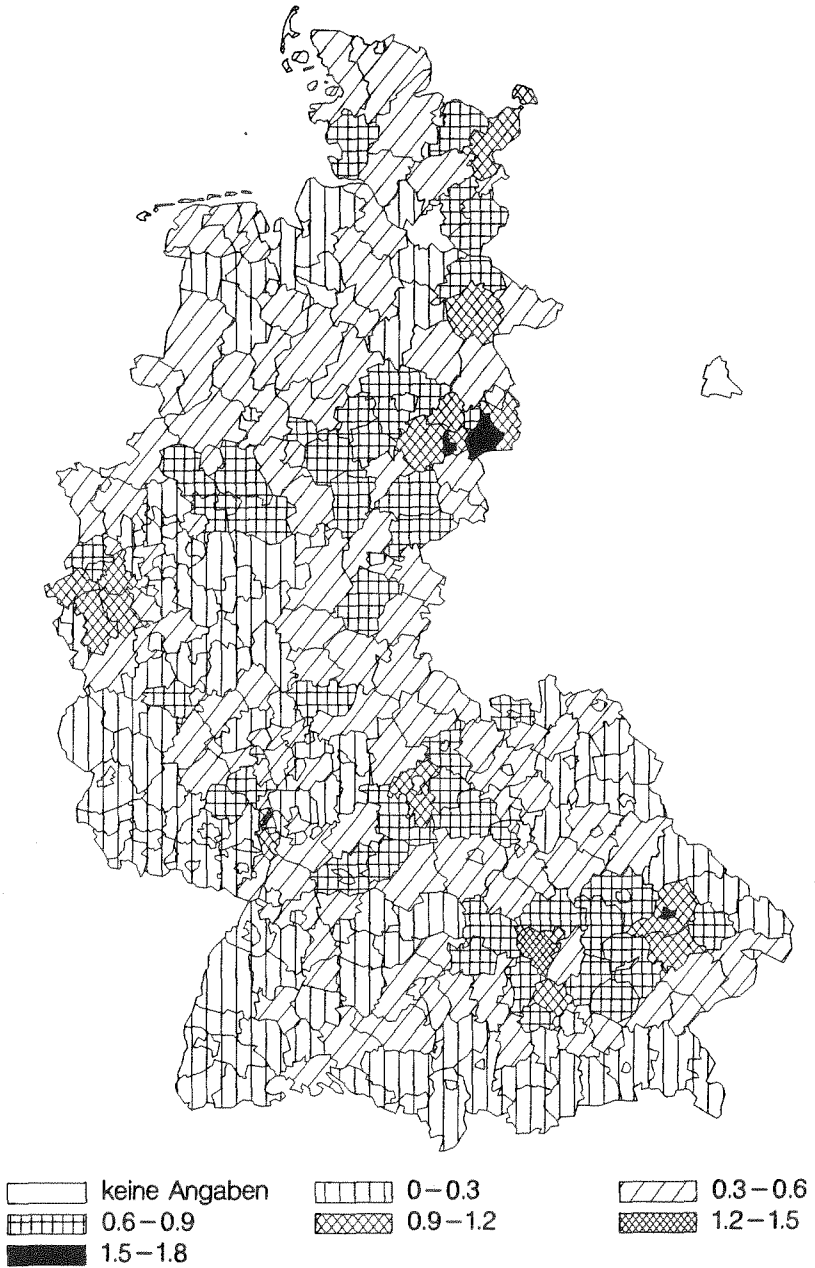


Abb.17 Fungizidanwendung (Präparatmenge kg bzw. l/ha) im Erntejahr 1987



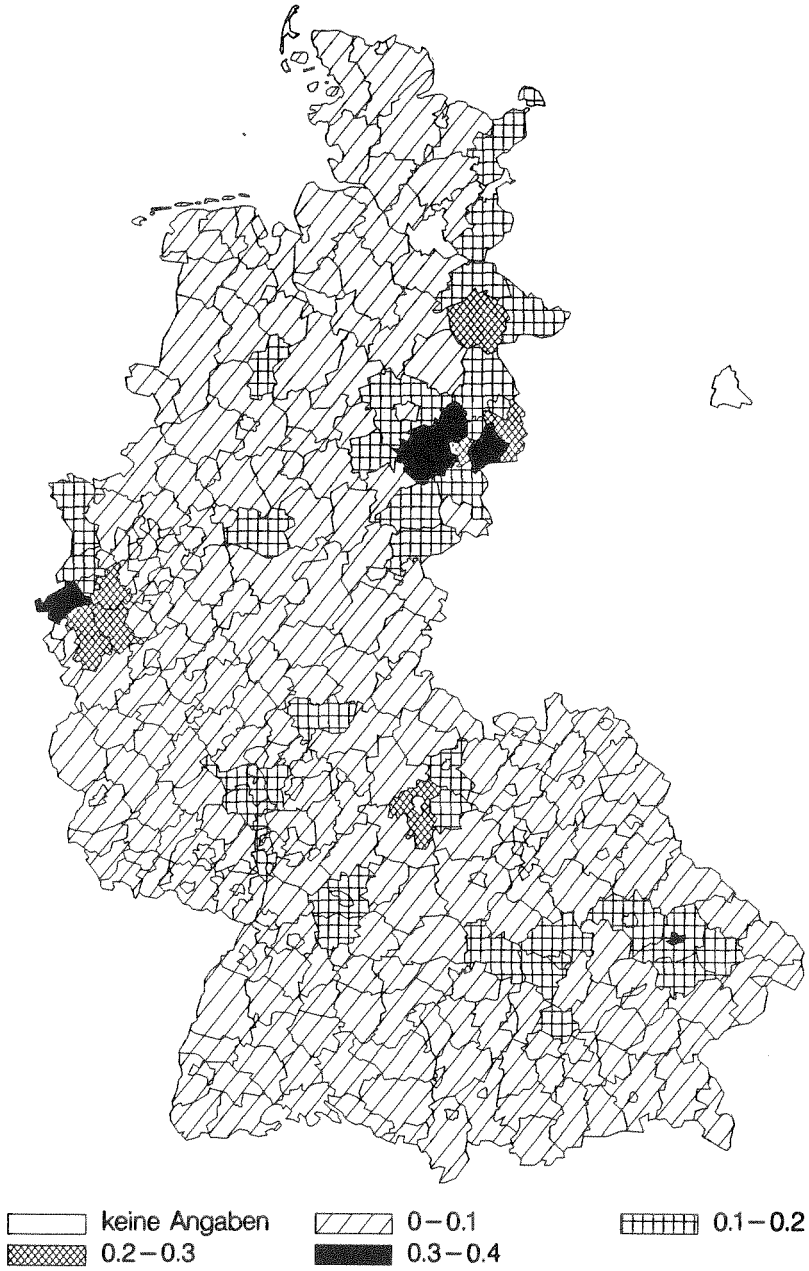


Abb.18 Insektizidanwendung (Präparatmenge kg bzw. l/ha) im Erntejahr 1987

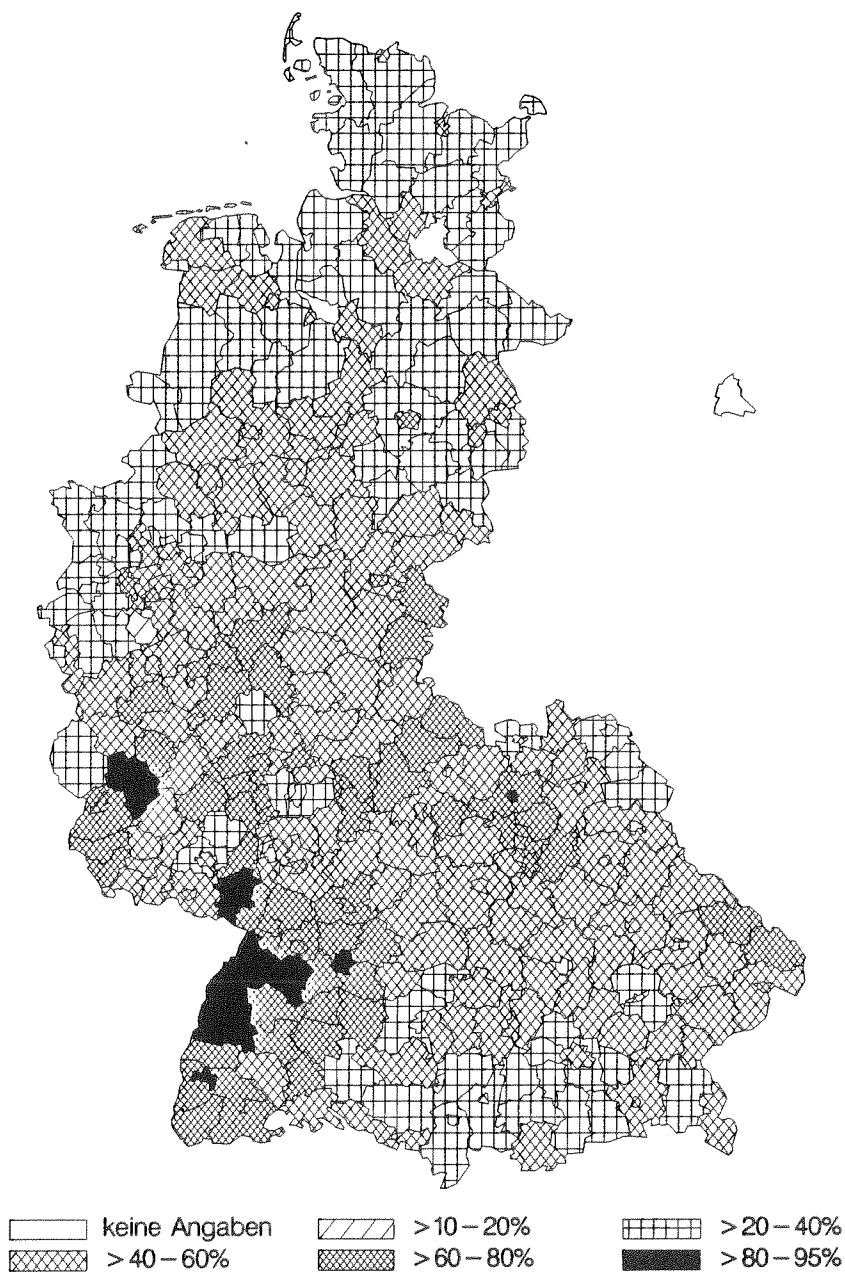


Abb.19 Anteil landwirtschl. Betriebe unter 10 ha in den Kreisen der Bundesrepublik Deutschland 1987

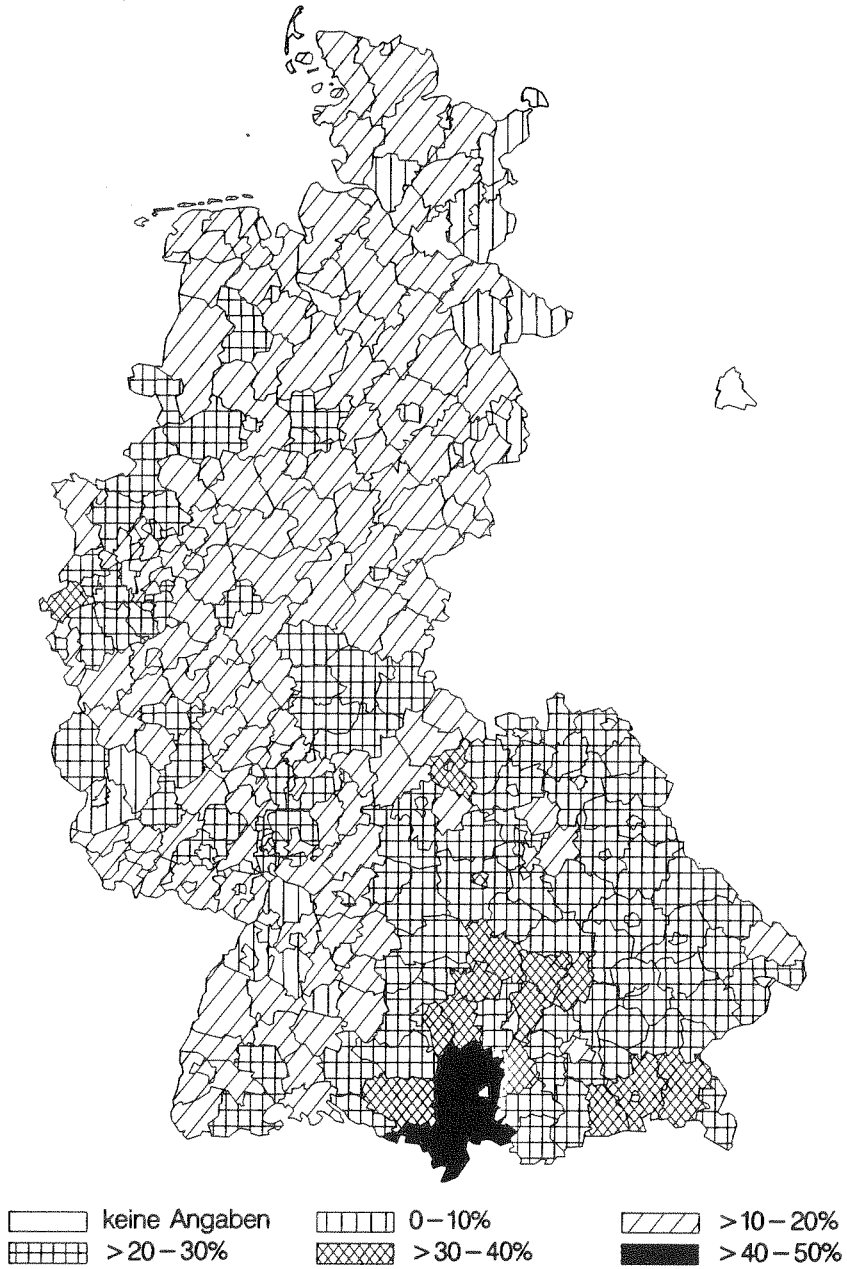


Abb.20 Anteil landwirtschl. Betriebe 10 bis unter 20 ha in den Kreisen der Bundesrepublik Deutschland 1987

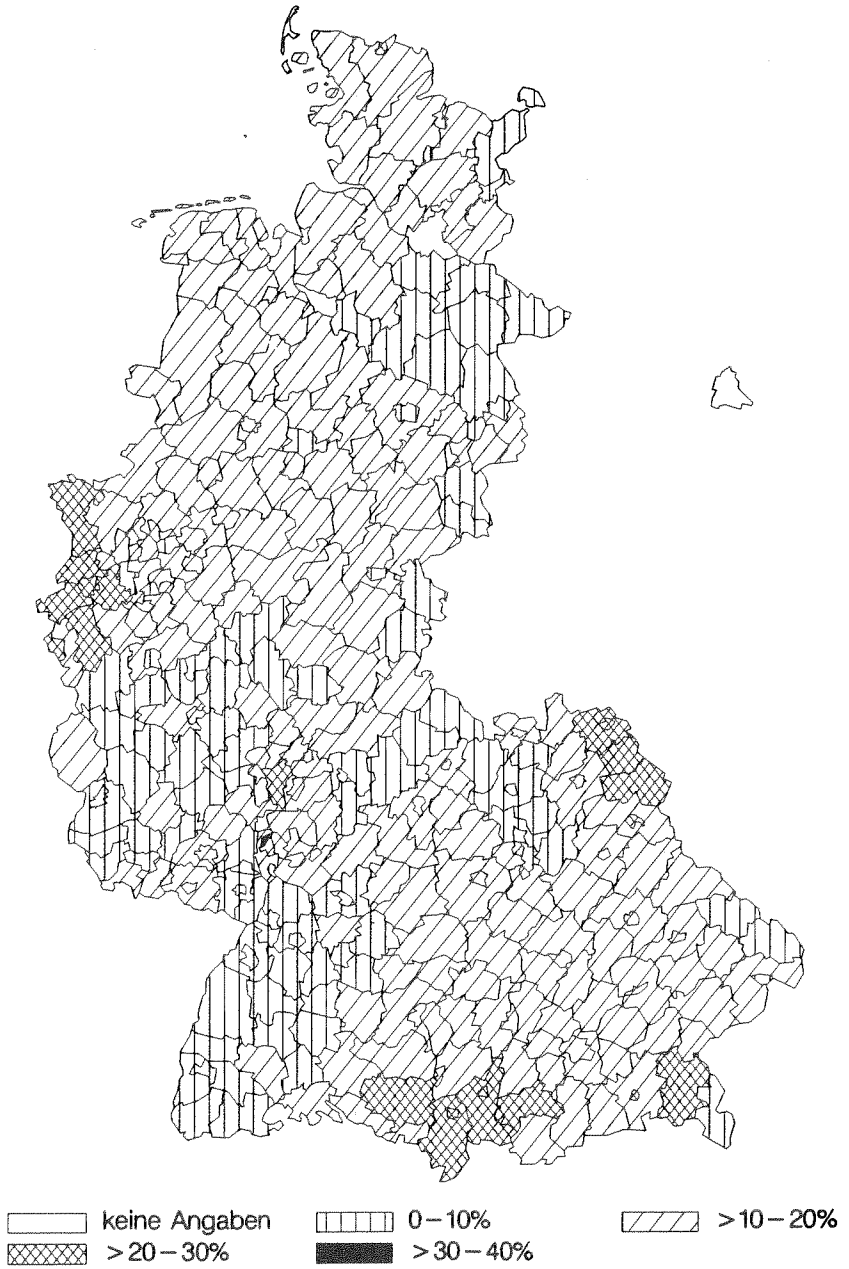


Abb.21 Anteil landwirtschaftl. Betriebe 20 bis unter 30 ha in den Kreisen der Bundesrepublik Deutschland 1987

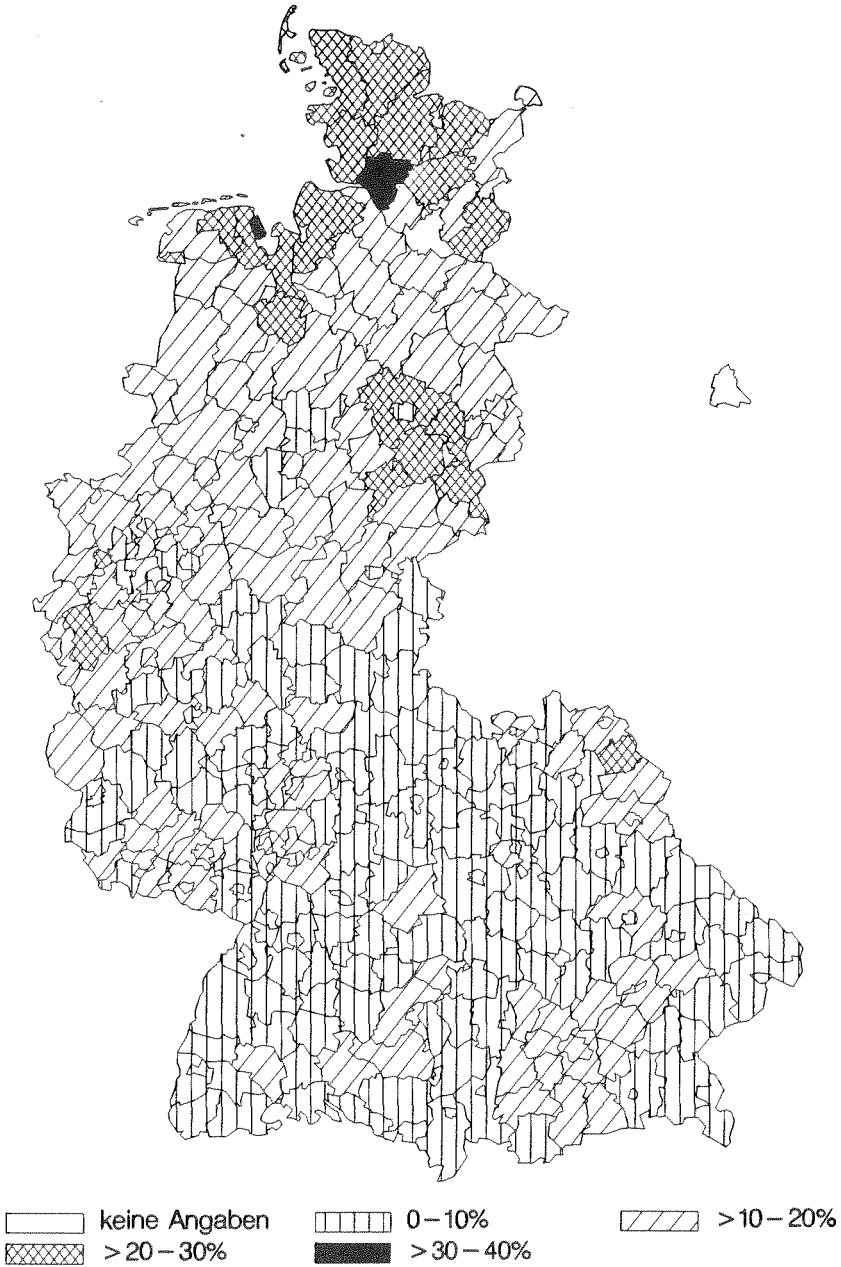


Abb.22 Anteil landwirtschaftl. Betriebe 30 bis unter 50 ha in den Kreisen der Bundesrepublik Deutschland

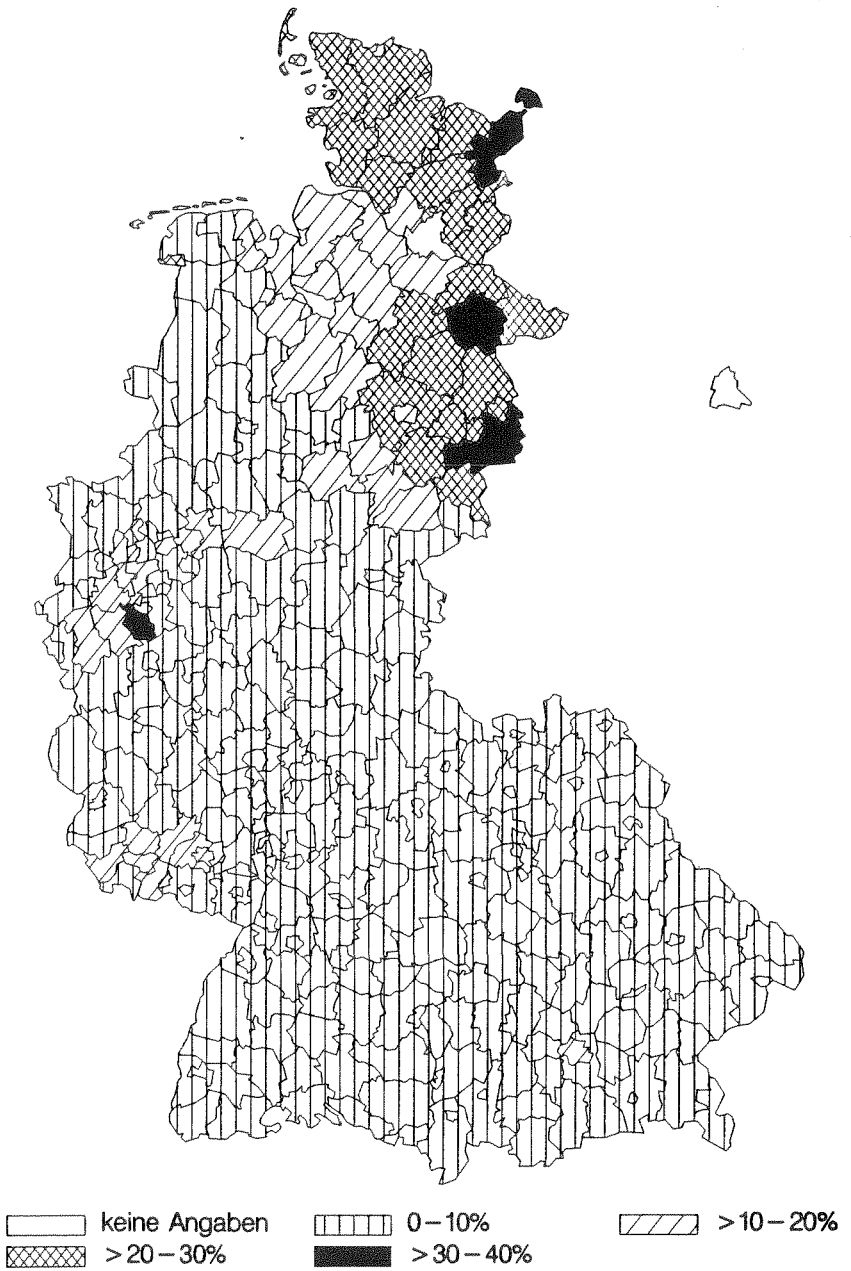
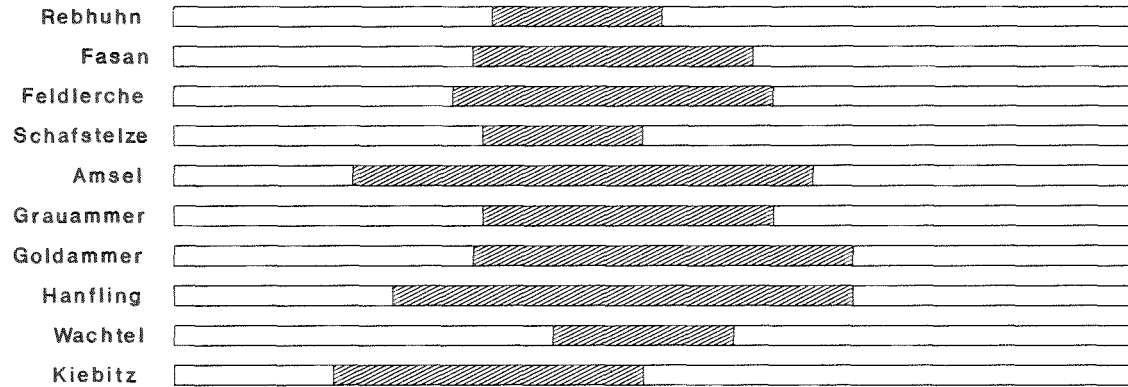
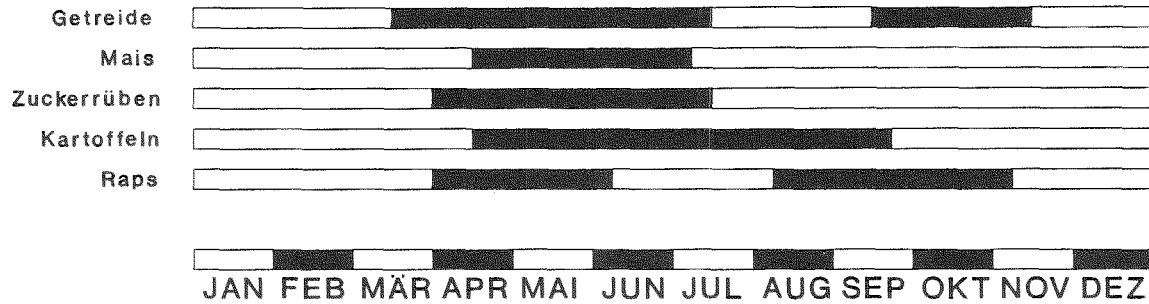


Abb.23 Anteil landwirtschaftl. Betriebe 50 ha und darüber in den Kreisen der Bundesrepublik Deutschland 1987

## Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft (Anwendungszeiten)



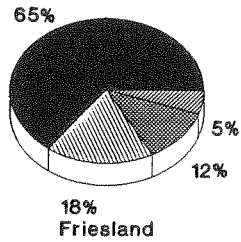
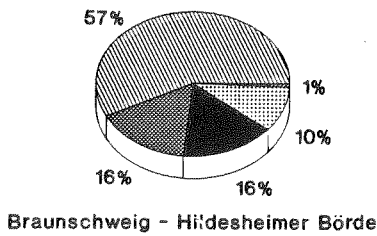
## Brutzeiten ausgewählter Vogelarten der Agrarlandschaft

Abb.24 Pflanzenschutzmittelanwendungszeiten ausgewählter Kulturarten in Beziehung zu den Brutzeiten einiger Vogelarten der Agrarlandschaft

**Norddeutschland**

Helmstedt  
Hildesheim  
Peine  
Wolfenbüttel

Ammerland  
Cuxhaven  
Friesland



**Süddeutschland**

Dingolfing-Landau  
Landshut  
Straubing

Emmendingen  
Freudenstadt  
Ortenaukreis  
Rottweil  
Schwarzwald-Baar-Kreis

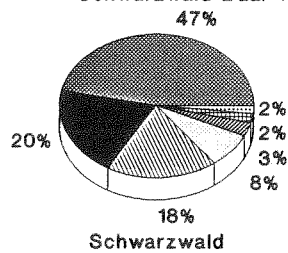
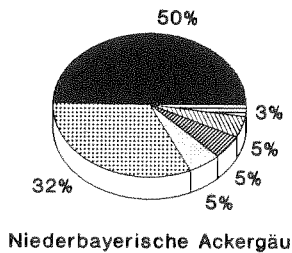


Abb.25 Anwendung verschiedener Insektizidwirkstoffgruppen im Erntejahr 1987 in ausgewählten Kreisen von Ackerbauzentren (Braunschweig-Hildesheimer Börde, Niederbayerischer Ackergräu) und sonstigen Gebieten (Friesland, Schwarzwald)



## EUTROPHIERUNG ALS WESENTLICHES "HINTERGRUND-PROBLEM" FÜR WILDLEBENDE ORGANISMEN IN MITTELEUROPA

Eutrophication as a significant background problem for European wildlife

HERMANN ELLENBERG

Fachgebiet Wildtierökologie und Jagd, Institut für Weltforstwirtschaft und Ökologie,  
Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg

### Abstract

The following view is expanded upon: conditions in the European Community (EC) have forced farms to produce increasingly more efficiently. A key factor for plant production is nitrogen (N). In Germany, active N input on farmland has risen from about 40 kg N/ha per year during the thirties and early fifties to more than 200 kg N/ha per year at present day levels. Simultaneously, N emissions from combustion process and traffic have risen from a few to almost 40 kg N/ha per year. (NO<sub>x</sub>-N), and NH<sub>x</sub>-N emissions from intensive agriculture have grown comparably, at least regionally. This eutrophication causes many effects on agricultural ecosystems, but due to emission and deposition, significant changes can be observed almost world-wide. One easily recognizable change concerns ecosystems which are not harvested annually: Due to the unintended N-input, N is accumulated in biomass and litter. Well-nourished plants tend to begin growth earlier in the season and generally grow faster, higher and denser. This causes a shift towards more "atlantic" climatic conditions as habitat climate is changing towards more "buffered", cooler and moister conditions. This affects wildlife considerably, particularly the more sensitive young individuals. Most of these are born during late spring and early summer, when the eutrophication effects are most pronounced.

Nitrogen requires the use of more herbicides, fungicides, insecticides, plant hormones and growth regulators. Refuge areas, where N is in short supply, are disappearing - at least in part due to N emission and deposition. Better nourished plants are an attractive food source for many animals that tolerate the new microclimatic and other changes indicated above. However, there are now crops that cannot be eaten without risk (e.g. "oo" rape seed for roe deer).

Society, which supports farming activities in the European Community with high subsidies, must decide how much wildlife should be allowed to survive on farmland as farmers and their lobbies, operating within the given framework of the current market conditions, obviously have to maximise their own profits with little regard for wildlife.

Ziel dieses kurzgefaßten Überblicks ist eine Skizze der generellen Überlebensprobleme für wildlebende Organismen ("wildlife") - und damit auch für jagdbares Wild - in mitteleuropäischen Kulturlandschaften. Es geht um Agrar- und Grünland und um Forsten - einschließlich der hier und da eingesprengten, nicht direkt wirtschaftlich genutzten Flächen wie Brachen, Raine, Hecken, Schutzgebiete aller Art. Ein Vorläufer dieses Aufsatzes entstand aus Anlaß der Diskussionen über "00-Raps" und seine möglichen Wirkungen auf Hasen und Rehe. Er wurde kürzlich - in englischer Sprache - in einem Publikationsorgan der Kommission der Europäischen Gemeinschaften in den Grundzügen veröffentlicht (ELLENBERG 1990). Als weiterer Vorläufer mag die Einführung zum Symposium "Eutrophierung - das gravierendste Problem im Naturschutz?" be-

trachtet werden, das wir 1988 an der Norddeutschen Naturschutzakademie in Schneverdingen durchführen konnten (ELLENBERG 1989). Wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung sei die dort vorgetragene Zusammenschau hiermit einer breiteren Leserschaft vorgestellt.

#### **Frühere Landnutzung förderte Vielfalt**

Niederwild, z.B. Wachteln, Rebhühner, Hasen, Kaninchen und andere Tierarten, z.B. viele Schmetterlinge, Heuschrecken, Käfer, Eidechsen und Vögel, wurden durch heute unwirtschaftlich gewordene "altmodische" Landnutzungspraktiken gefördert. Charakteristisch waren damals kleine Felder und Betriebe und eine große Vielfalt der Lebensräume auf kleinem Raum. Manche Flächen blieben zu naß oder zu trocken für eine regelmäßige Nutzung. Nährstoffeinträge waren gering. Vieh – das man u.a. auch als Zugvieh benötigte – beanspruchte große Weideflächen. Weidenutzung, auch durch gehütete – oder gar Wanderherden, war typisch für abgelegene Gebiete oder/und marginale Standorte.

#### **Moderne Landnutzungsänderungen wirken vielschichtig**

Landwirtschaftliche Intensivierung bedeutet vor allem mehr Nährstoffeinträge pro Flächen- und Zeiteinheit. Dadurch wird der Einsatz von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden und Wachstumsreglern "erforderlich". Es ist seit einigen Jahren überdeutlich, daß dieser Prozeß zu weit getrieben wurde.

Im Vergleich zu früheren Jahren arbeiten heute weniger Menschen im landwirtschaftlichen Sektor. Das hat in einer Demokratie direkte politische Auswirkungen.

Die Mechanisierung führte zu immer größeren und schwereren Maschinen und zu hohen Einsätzen an Fremd-Energie. Dies ist nur wirtschaftlich auf den großen Feldern der größer gewordenen Betriebe und bei erhöhter Produktivität.

Landwirtschaftliche Betriebe haben sich zunehmend auf die Produktion von wenigen oder nur einer wesentlichen "Frucht" spezialisiert. "Gemischte" Betriebe verschwinden zunehmend. Diese Spezialisierung gilt auch für ganze Regionen.

Der wissenschaftliche Fortschritt der letzten Jahrzehnte im landwirtschaftlichen Bereich beschert uns eine Steigerungsrate der Produktivität (landwirtschaftliche Produktion pro Flächen- und Zeiteinheit) von etwa zwei Prozent pro Jahr. Dieses "Wachstum" ist steiler als wir durch unseren Konsum aufnehmen können. Unser "Erfolg" behindert somit wesentlich die Bemühungen um eine Überwindung der Produktivitätsüberschüsse auf der Ebene der Europäischen Gemeinschaft. Er stellt auch mögliche Ergebnisse von "Extensivierungsprogrammen" grundsätzlich in Frage.

Es ist selbstverständlich, daß viele verschiedene Faktoren die Qualität der Lebensräume für wildlebende Organismen beeinflussen. Ich will mich im folgenden auf die Nährstoffeinträge konzentrieren, weil Eutrophierung offensichtlich ein Schlüssel-Faktor für das Verständnis der vielfältigen Veränderungen von Habitaten in Mitteleuropa geworden ist. Diese Sichtweise wurde im Laufe der letzten Jahre entwickelt und abgesichert (ELLENBERG 1983 bis 1990). Bis etwa in die

50er Jahre war Stickstoff der wesentliche begrenzende Faktor für die landwirtschaftliche Produktion. Dies hat sich inzwischen grundlegend geändert, weil Stickstoff seit Jahren im Überfluß verfügbar geworden ist. Die Verfügbarkeit von Stickstoff steuert die Struktur und das Funktionieren ganzer Ökosysteme (s.u.).

### **Das Ausmaß der Eutrophierung durch Stickstoff**

Aktive Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Stickstoff (N) – als Resultat der Anwendung von Kunstdüngern, Mist und Gülle – stieg auf dem Gebiet der "alten" Bundesrepublik Deutschland (BRD) von etwa 40 kg N pro Hektar pro Jahr zur Zeit der 30er und 40er Jahre auf über 200 kg N/ha/a während der 80er Jahre (Abb. 1 Daten aus den Statistischen Jahrbüchern des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML)). Heute bleibt kein Landkreis ohne einen errechneten landwirtschaftlichen Stickstoff-Überschuß (Abb. 2 Differenz aus N-Eintrag und N-Austrag durch "Ernte" aller Art). Dieser Überschuß ist im Norden der BRD deutlicher (oft über 100 kg N/ha/a auf Landkreisebene) als im Süden (oft unter 80 kg N/ha/a).

Der Transport von N-Verbindungen auf dem Luftwege "lateral" hin zu nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen wurde bisher wenig gemessen – er ist aber offensichtlich nicht unbedeutend.

Wir wissen heute mehr über die feuchte und trockene Deposition aus der Luft auf Ökosysteme, z.B. als Säuren, Schwefel-, Stickstoff- und Chlor-Verbindungen, Schwermetalle, usw. – weil diese Stoffe im Ursachenkomplex der neuartigen Waldschäden mitwirken. Versauerung von Böden geschieht nicht nur durch "saure Niederschläge". Auch die Ernte von pflanzlichem Aufwuchs trägt zur Versauerung bei, weil die entnommene Biomasse Kationen enthält. Diese wurden aus dem Boden aufgenommen – und im Austausch blieben Protonen zurück. Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen wurde diese Versauerung durch zunehmende Gaben von Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) kompensiert, die ebenfalls in den Statistischen Jahrbüchern des BML dokumentiert sind. Das Kalken der Wälder begann in Westdeutschland erst vor wenigen Jahren. Unter günstigen Bedingungen lindert es Symptome der neuartigen Waldschäden. Die Ursachen dieser Schäden wirken jedoch weitgehend ungehindert weiter. Kalken in Wäldern führt dort zu Eutrophierungsschüben, die sich u.a. an der mittelfristigen Veränderung der Pflanzendecke erkennen lassen. Diese helfen mit, die Lebensbedingungen für Schalenwild günstiger zu gestalten. Die verstärkte Verbißbelastung der forstlichen Verjüngung ist zumindest teilweise eine der Folgen solchen Manipulierens an Ökosystemen.

Stoffeinträge aus der Luft konzentrieren sich auf nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen, weil diese nicht alljährlich geerntet werden. So kann die Vegetation sich hier eine große strukturreiche Gesamtoberfläche aufbauen, die längere Zeit im Jahr "steht" als auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Dies gilt in besonderem Maße für die mehrjährigen Bestände der Heiden, Hecken, Gehölze und Wälder. Bestände aus alter Calluna-Heide oder Molonia-Gräsern haben im Vergleich zum Freiland mindestens doppelte (gemessene) Depositionsraten. Unter windexponierten Waldrändern wurden in der Kronentraufe fünf- bis achtfach erhöhte Depositionsraten gemessen. Gleichzeitig lichtet sich das Kronendach wegen der Blatt- und Nadelverluste auf. Dadurch wird die Krautschicht von der bisher oft bedrückenden Lichtkonkurrenz entlastet. Die direkte Aufnahme von

Stickstoffverbindungen aus der Luft durch die lebenden Pflanzen wurde bei bisherigen Messungen kaum beachtet. Gerade N-Verbindungen werden aber über die Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln nach ersten Messungen aus den Niederlanden während der Vegetationszeit in Mengen aufgenommen, die durchaus mit denen der feuchten oder trockenen Deposition vergleichbar sind. Namentlich bei insgesamt relativ geringen Depositionsraten scheint im Sommerhalbjahr der größte Teil der ankommenden N-Verbindungen in diesem Sinne "direkt" assimiliert zu werden: trotz der dann wegen erhöhten Verkehrsaufkommens und vermehrter Ammoniak-Emissionsraten (Temperatur-Effekt!) vergrößerten Konzentrationen dieser Verbindungen in der Luft werden nämlich oft kleinere Depositionsraten in der "Kronentraufe" gemessen als im Winter, wenn die Lebensprozesse der meisten Pflanzen ruhen.

Für das Jahr 1983 wurde die "Emissionsdichte" pro Hektar und Jahr aus Verbrennungsdaten für viele Quellen rechnerisch abgeschätzt; HÄBERLE und HERRMANN kamen auf diesem Wege zu Emissionsraten von etwa 40 kg N/ha/a (als N aus  $\text{NO}_x$ ). Das bedeutet: etwa gleich viel Stickstoff pro Flächen- und Zeiteinheit wird heute diffus verteilt in die Luft abgegeben wie während der 30er und frühen 50er Jahre durch aktives Bemühen der Landwirtschaft pro Hektar Nutzflächen ausgebracht wurde (Abb. 3 und 4).

Als zweite bedeutende Gruppe luftgetragener Stickstoffverbindungen muß Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) bzw. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) benannt werden. Etwa 90 % des  $\text{NH}_y$  in der Luft stammt aus der intensiven Tierhaltung. Südöstliche Teile der Niederlande erhalten großflächig aus dieser in der Regel bodennahen Quelle mehr als 100 kg N/ha/a als Deposition. In anderen Gebieten ist die  $\text{NH}_y$ -Deposition geringer, aber keinesfalls zu vernachlässigen. Ammoniak ist durch besonders große physikalische Depositionsgeschwindigkeiten charakterisiert. Ammonium-Verbindungen sind sehr leicht wasserlöslich. Beide Verbindungen werden deshalb oft nahe an den Emissionsquellen deponiert (Abb. 5 und 6). Damit wäre die  $\text{NH}_y$ -Deposition eine der am besten steuerbaren Größen, weil man die Emissionsraten im Prinzip auf regionaler Ebene beeinflussen könnte: internationale Absprachen scheinen hier weniger erforderlich als z.B. in Bezug auf Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) oder gar Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ).

Die emittierten Stickstoffverbindungen (und natürlich alle anderen Verbindungen ebenso) müssen irgendwann und irgendwo wieder deponiert werden, sofern sie nicht zu anderen Verbindungen zersetzt werden oder weiterhin in der Luft bleiben. Stickstoffverbindungen werden aus oben erwähnten Gründen näher an den Emissionsquellen deponiert als z.B.  $\text{SO}_2$ , über dessen Depositionsverteilung auf der Grundlage vieler Messungen (die methodisch wesentlich leichter sind als bei N-Verbindungen) bereits brauchbare Karten für große Teile Europas existieren. Sie zeigen das östliche Mitteleuropa – wo die größten  $\text{SO}_2$ -Quellen liegen – als am stärksten betroffen. In erster Näherung darf man deshalb wohl Karten über berechnete Emissionsraten an N-Verbindungen (Abb. 3 und 6) auch für die Beurteilung der Depositionsraten für diese Verbindungen heranziehen. Die  $\text{NO}_x$ -Emission steht in engem Bezug zum Industrialisierungsgrad und zur Verkehrsdichte.  $\text{NH}_y$ -Emissionen konzentrieren sich auf die Gebiete mit großen Viehdichten, wo sich sogenannte landwirtschaftliche Veredelungsbetriebe häufen. Für Mitteleuropa, namentlich seine

nordwestlichen Teile, sind beide Faktoren im weltweiten Vergleich besonders typisch. Wir sind Weltmeister in der Produktion, Anwendung und Verschwendung eines der wichtigsten Pflanzennährstoffe.

Gemessene Depositionsraten im Freilandniederschlag betragen – als feuchte plus trockene Deposition aus  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_y$  – in der BRD in der Regel zwischen 20 und 40 kg N/ha/a. Die aktive Beteiligung der lebenden Pflanzendecke ist hierbei noch nicht berücksichtigt. In der Kronentraufe namentlich von Nadelwäldern wurden stellenweise mehr als 70 kg N/ha/a gemessen, in den Niederlanden auch weit über 100 kg N/ha/a.

Die Emission und damit auch die Deposition von Stickstoffverbindungen ist im Laufe der vergangenen 100 Jahre exponentiell angestiegen, noch beschleunigt während der letzten zwei bis drei Jahrzehnte (z.B. Abb. 4). Diese Deposition addiert sich zu den direkten landwirtschaftlichen Nährstoffeinträgen und ihren unbeabsichtigten lateralen Transporten. Es bleiben somit kaum noch nennenswerte Flächen übrig, auf denen die früheren eher oligotrophen, durch Stickstoffmangel zumindest auf vielen Teilflächen charakterisierten Bedingungen überdauern. Die finden sich, wenn überhaupt, entweder in Luv zu den wesentlichen Emissionsquellen, z.B. westexponiert und küstennah – oder weit entfernt von Industrie und Verkehr in Gebieten, in denen intensive Tierhaltung eine geringe Rolle spielt. Solche Gebiete existieren z.B. im östlichen Niedersachsen. Hier tragen offensichtlich die aufwachsenden Wälder zusätzlich dazu bei, die eingestreuten Freiflächen vor Stoffeinträgen aus der Luft abzuschirmen. Kleinflächig mögen auch andernorts Abgrabungen und z.T. sogar Deponien vorübergehend nährstoffarme Bedingungen bieten.

### **Folgen der Eutrophierung für Pflanzen und Tiere**

Am Beispiel der Gefäßpflanzenarten Mitteleuropas (Blütenpflanzen einschließlich Farne, Schachtelhalme und Bärlappe) lassen sich differenzierte Einblicke in das Faktorengefüge gewinnen, das auf ökosystemarer Ebene durch die flächendeckenden Stoffeinträge verändert wird. Diese Pflanzenarten gehören in Verbreitung, Häufigkeit, zeitlichen Veränderungen in beiden Parametern und vor allem in ihrer Ökologie zu den bestbekanntesten Organismen der Erde. Rote Listen benennen die Arten mit deutlich rückläufigen Trends. Sie existieren in der BRD bereits seit mehr als einem Dutzend Jahren. In einem zweiten Durchgang wurden die bestehenden Roten Listen vor wenigen Jahren aktualisiert. Die Roten Listen werden länger – trotz vielfältiger und z.T. aufwendiger Bemühungen um Arten- und Biotopschutz. Gleichzeitig nehmen einige andere Arten zu, obwohl man sich z.T. dagegen wehrt.

Gefährdete Arten sind definitionsgemäß selten. Viele von ihnen sind in jüngster Zeit selten geworden. Ökologische Kennwerte der Pflanzenarten der Roten Liste können mit denen der nicht für gefährdet gehaltenen Arten verglichen werden. Basis für einen solchen Vergleich bieten die ökologischen Zeigerwerte, die für mehr als 2100 mitteleuropäische Pflanzenarten vor Jahren von meinem Vater definiert worden sind. Dieser ordinal-quantitative Vergleich des ökologischen Verhaltens der gefährdeten mit dem der nicht für gefährdet gehaltenen Pflanzenarten Mitteleuropas, mit Hilfe der Zeigerwerte, wurde im Winter 1982/83 begonnen und seitdem fortgeführt und

intensiviert. Der Ansatz erbrachte einen wesentlichen Schlüssel zum Verständnis der Ursachen der Veränderungen in Vorkommen und Häufigkeit auch für viele Tierarten. Pflanzen sind ja für Tiere nicht nur Nahrung sondern auch Lebensraum (Habitat). Deshalb "müssen" Vegetationsveränderungen, wie sie nachweislich im Laufe der vergangenen Jahrzehnte abgelaufen sind, sich erheblich auf die Populationen wildlebender Tiere auswirken.

Am deutlichsten sind die Unterschiede zwischen gefährdeten und für nicht gefährdet gehaltenen Arten in ihren Verteilungen über den Gradienten der Stickstoffzeigerwerte (Abb. 8 und 9). Diese Zeigerwerte bezeichnen "sehr arme" (1), "arme" (3), "gerade ausreichend versorgte" (5), "reiche" (7 und 8) sowie "übermäßig mit N versorgte" (9) Standortverhältnisse. Weitere analysierbare Zeigerwert-Gradienten betreffen Licht, Temperatur, Kontinentalitätsgrad der Verbreitung, Bodenfeuchte, Säuregrad bzw. Alkalinität des Bodens und Salztoleranz. – Der Vergleich der "gefährdeten" mit den "nicht gefährdeten" Arten ermöglicht zeitliche Trends anzusprechen und zu interpretieren (s.o.). Durch Konzentration auf regionale Artenlisten kann räumlich differenziert werden.

Weil Stickstoff ein wesentlicher wachstumsbegrenzender Faktor für Pflanzen ist, muß Stickstoffeintrag in Ökosysteme Veränderungen in der floristischen Zusammensetzung und in der räumlichen Struktur der Pflanzendecke bewirken (Abb. 7). Toleranz von N-Mangel, wie er für viele, insbesondere niedrigwüchsige Pflanzenarten typisch ist, erhält immer weniger Vorteile im Konkurrenzkampf. Lichtbedürftige Hungerkünstler, das heißt Arten, die unter N-Mangel-Bedingungen "noch gut" leben konnten, werden nun verdrängt durch rascher und höher wachsende Arten. Dadurch verändert sich das Mikroklima am Standort hin zu mehr "atlantischen" Bedingungen. "Kontinental" verbreitete Arten verschwinden in Deutschland tatsächlich mehr und mehr. Pflanzen mit guter N-Versorgung wachsen schnell. Sie benötigen dazu mehr Kationen wie Mg, K, Ca, und sie verbrauchen in vielen Fällen bei ihrem Wachstum mehr Wasser für die Transpiration als schlechter mit N versorgte Bestände (Abb. 7). Nährstoff-Ungleichgewichte können die Folge sein. Vorübergehende Trockenheit wird schlechter ertragen. Die Vegetationsperiode wird verlängert: gut mit N versorgte Pflanzen sprießen früh im Jahr und bleiben auch im Herbst lange grün. Manche sind auch im Winter vital. Auf diese Weise nimmt die Empfindlichkeit für Spätfröste im Frühjahr und für frühe Fröste im Herbst ebenso zu wie für "sibirische" Fröste im Winter. Stickstoffreiche Pflanzen und Pflanzenteile werden von Pflanzenfressern bevorzugt aufgenommen (Abb. 7). Durch Eutrophierung steigen somit Nahrungsangebot und Biotopkapazität für viele Pflanzenfresser zumindest vorübergehend – und damit auch für deren Beutegreifer.

Besonders betroffen sind die Lebensmöglichkeiten wechselwarmer Tiere, namentlich großer Insekten wie Heuschrecken, vieler Schmetterlingsraupen und Käfer, aber auch z.B. Zauneidechsen. Sie benötigen relativ hohe Temperaturen, damit sie sich in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit des mitteleuropäischen Sommers "noch" entwickeln können. Die höchsten Temperaturen finden sich regelmäßig nahe der Bodenoberfläche in kurzgrasigen und/oder schütter bewachsenen Lebensräumen, insbesondere wenn sie gegen die Mittags- und Nachmittagssonne exponiert sind. Wegen der flächendeckenden Eutrophierung sind solche Habitate längst dichter und höher be-

wachsen als früher und damit selten geworden (Abb. 7). Mit ihnen verschwinden nicht nur die genannten Tierartengruppen sondern auch z.B. viele Vogelarten, die auf Großinsekten angewiesen sind. Würger, Steinkäuze, Blauracken, Ziegenmelker und viele weitere Arten sind hier zu nennen. – Andere Arten, z.B. Wachteln, Rebhühner, Raufußhühner und einige Limicolenarten scheinen in diesem Sinne auch direkt negativ betroffen. Ihre Jungvögel benötigen zumindest für einige kritische Wochen in ihrer frühen Jugend ein Mikroklima mit hohen Temperaturen – und außerdem schütterem Bewuchs für die eigene Beweglichkeit.

In ähnlicher Weise mögen veränderte Strukturen der Pflanzenbestände durch Veränderungen des Mikroklimas auch auf Junghasen und sogar Rehkitze wirken – ganz abgesehen von den durch Eutrophierung heute möglich gewordenen früheren und häufigeren Wiesen-Schnitten, die zu direkten Jungwild-Verlusten führen. Für ältere Individuen, die ihren Wärmehaushalt durch Körpergröße und Ortsveränderung besser regeln können, führt Eutrophierung dagegen zu mehr Nahrung und zu mehr verfügbarer Deckung. Die Qualität der Nahrung, z.B. ihre Verdaulichkeit, kann jedoch durch Eutrophierung stärker synchronisiert sein, weil die phänologische (zeitliche) Entwicklung der wenigen übriggebliebenen Pflanzenarten in einem mit Nährstoffen reichlich versehenen Grünland oft gleichmäßiger verläuft. Auf einem schlechter versorgten Standort steht zwar für Pflanzenfresser insgesamt weniger Nahrung zur Verfügung – aber bei den vielen verschiedenen Arten sprießt wenigstens ein bißchen leicht verdauliche Nahrung während vieler Wochen vom zeitigen Frühjahr bis in den Sommer. Länger als wenige Wochen auf gut verdauliches Pflanzenmaterial angewiesene, aber nur kleinräumig aktive – z.B. auch territoriale – Tierarten haben aus dieser Sicht zunehmend Schwierigkeiten, großflächig üppige Pflanzenbestände zu nutzen, wenn weniger üppige aber vielfältigere Bestände in der Nähe fehlen. – Außerdem wird durch Eutrophierung die Vielfalt des Nahrungsangebots für Pflanzenfresser oft eingeschränkt, weil Wildkräuter durch die geförderte Hauptfrucht ausgedunkelt werden, und/oder weil man die Kräuter direkt durch Herbizide bekämpft. Zu alledem kommen "längere Wege" bzw. weniger Kontaktlinien zwischen "geeigneten" Feldern, weil die Felder im Mittel größer geworden sind. Aus diesen Gründen mögen sich stellen- und zeitweise Nahrungsengpässe selbst zur Sommerzeit entwickeln.

## ZUSAMMENFASSUNG

Folgen der flächendeckenden Eutrophierung aus den genannten (und weiteren) vielfältigen Quellen ergeben sich in einer Fülle von Zusammenhängen, von denen nur einige hier nochmals angedeutet werden können.

- Heterogene Habitate sind offensichtlich seltener geworden.
- Pflanzenbestände auf landwirtschaftlich genutzten Flächen – Acker- und Grünland – sind in ihrer Struktur homogener, dichter, dunkler, im Mikroklima zumindest tagsüber feuchter und kühler geworden; auf der anderen Seite werden sie zumindest zeitweise besser verdaulich und geben in nicht wenigen Fällen günstigere Deckung ab als früher.

- Große Flächen werden mit nur einer Feldfrucht bestellt. Viele Agrochemikalien kommen zum Einsatz und bewirken nicht nur die Effekte, für die sie gedacht sind.
- Die Veränderungen sind am stärksten ausgeprägt zur Brutzeit und zur Zeit der Jungenaufzucht der meisten Wirbeltiere. Jungtiere sind in der Regel besonders sensibel für Umweltveränderungen.
- Wegen der nährstoffwirksamen Stoffeinträge aus der Luft gelten die genannten Veränderungen auch für die meisten nicht direkt landwirtschaftlich genutzten Flächen. Feldgrenzen und Wegsäume, Hecken und Brachen, Böschungen an Verkehrswegen, Grünstreifen entlang Wasserläufen, Schutzgebiete aller Art und in zunehmendem Maße auch Wälder verlieren damit wesentliche Komponenten ihres Wertes als Rückzugsgebiete für Wildtiere.
- Wenige Arten ziehen bis auf weiteres Vorteile aus diesen Bedingungen: z.B. Schalenwild (Abb. 10), überwinternde Schwäne, Gänse, manche Enten und Tauben, bis zu einem gewissen Grade auch Fischfresser wie Haubentaucher, Kormorane und Seehunde.
- Andere Arten werden dagegen selten oder/und verschwinden aus unserer Umgebung: z.B. viele Feld- und Wiesenblumen, Schmetterlinge, Heuschrecken, Eidechsen sowie manche Vogelarten, aber auch bevorzugte Niederwildarten wie Wachtel, Rebhuhn und Hase.

## FOLGERUNGEN

- Wegen der spezifischen biogeographischen Situation Mitteleuropas gehen diese Arten zwar nicht weltweit unter, wenn sie in unserer Nähe verschwinden, aber wir müssen als für die Natur sensible Mitglieder unserer Gesellschaft zunächst uns selbst darüber klar werden, was wir behalten oder erreichen wollen – bevor wir in positivem Verständnis von Demokratie versuchen, größere Teile der Gesellschaft in unserem Sinne zu überzeugen. – Die Zunahme der einen Arten, trotz oft intensiver Bejagung, ist aus dieser Sicht nicht in erster Linie ein Erfolg der Hege und nur z.T. eine Folge des eventuellen Schutzes vor Bejagung. Die Abnahme der anderen Arten scheint unaufhaltsam, trotz intensiver Bemühungen um ihren Schutz.
- Lange bevor toxische Effekte durch Umweltchemikalien an Tieren oder Pflanzen beobachtet werden können, bewirken veränderte Konkurrenzbedingungen – wie sie z.B. durch Eutrophierung angestoßen wurden – auf quasi natürlichem Wege einerseits Reduktionen und Aussterben (Abb. 9 und 11) aber andererseits auch Förderung von Populationen bestimmter Arten (Abb. 10). Diese veränderten natürlichen Rahmenbedingungen lenken das Wohlergehen und Überleben von Individuen, und damit ihren Fortpflanzungserfolg (Fitness) auf Populations- und Ökosystem-Niveau. Für Biozönosen insgesamt sind diese Folgen oft deutlicher als toxische Effekte durch Schadstoffe oder Pestizide, die in vielen Fällen kurzfristig und/oder lokal wirken.
- Eutrophierung auch der terrestrischen Ökosysteme scheint heute das gravierendste Problem im Naturschutz zu sein. Im jagdlichen Bereich kann man die positive Entwicklung bei einigen Arten begrüßen und nutzen und die negativen Entwicklungen bei anderen Arten nun wohl klarer verstehen – und vielleicht besser gegensteuern als bisher.
- Wir müssen die spezifisch mitteleuropäische Situation mit ihren Emissionen und ihren Stoffeinträgen auf dem Luftwege nicht nur für die Forstwirtschaft deutlicher erkennen als bisher. Stoffeinträge in Ökosysteme sind bestimmende Faktoren auch für Naturschutz und Jagd, weil sie die Rahmenbedingungen im Konkurrenzgefüge der Lebensgemeinschaften verändern (Abb. 12). Ändern können wir diese Situation als Einzelne vor Ort kaum. Emission und Deposition von Schad- und vor allem Nährstoffen können aber Anlaß sein zu verstärktem Zusammengehen von Naturschutz und Jagd auf "höheren politischen Ebenen" – wo solche Zusammenarbeit nicht immer selbstverständlich zu sein scheint.

Es ist mir ein Anliegen, daß diese gemeinsame Interessenlage von Jägern und Naturschützern deutlicher als bisher erkannt wird – und ich hoffe, daß der vorliegende Aufsatz zu diesem Ziel beiträgt. Außerdem hoffe ich, deutlich gemacht zu haben, daß neben- und in vielen Fällen wohl



vor "den Pestiziden" die Intensität der Landnutzung als solche verantwortlich gemacht werden muß für die Verdrängung der noch vor wenigen Jahrzehnten gewohnten bunten Vielfalt an Pflanzen und Tieren aus weiten Teilen der Agrarlandschaft. Ein Baum allein gegen den Einsatz von Pestiziden bringt uns diese Vielfalt kaum zurück, es sei denn er ginge mit einer Drosselung der Nutzungsintensität einher. Gefragt werden muß nun, ob, wann, wo und wie weit wir uns eine solche Rücknahme der Nutzungsintensität leisten können, wollen und - angesichts des Hungers in der Welt und mancher sozialer und internationaler Pflichten - leisten dürfen.

Bestandteil dieses Aufsatzes sind 12 graphische Abbildungen und ihre Legendentexte.

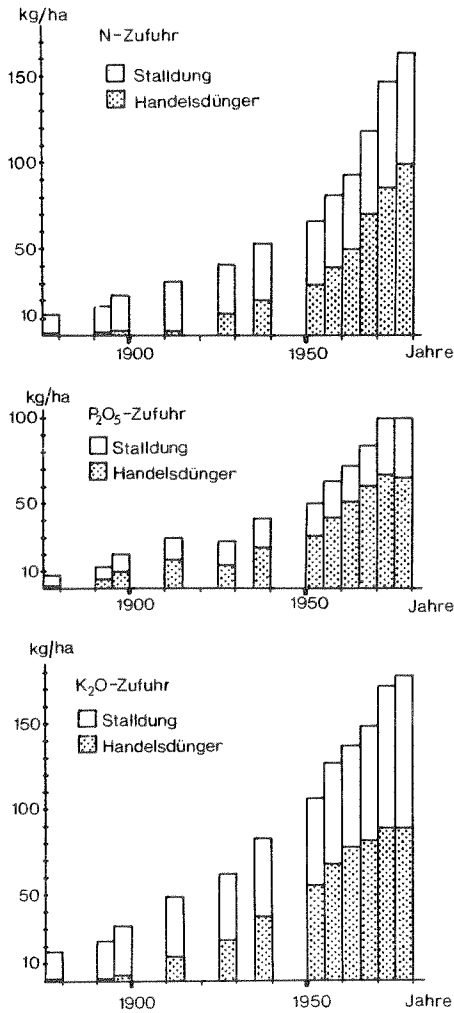


Abb. 1 Der "aktive" Aufwand an Düngern pro Flächeneinheit (landwirtschaftliche Nutzfläche) und pro Jahr wurde in den vergangenen Jahrzehnten erheblich gesteigert. Die Steigerungsrate ist besonders auffällig beim Stickstoff (N), aber auch für Phosphor (P) und Kali (K) sind in den "Statistischen Jahrbüchern" des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gewaltige Zunahmen dokumentiert.

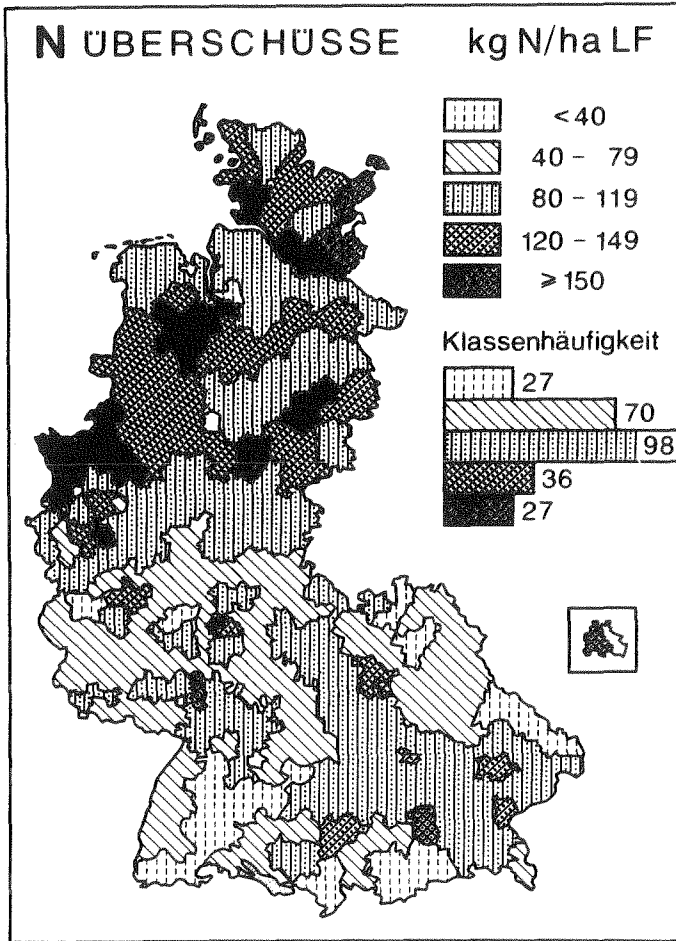


Abb. 2 Die berechneten Überschüsse an Stickstoff - als Differenz zwischen dem Eintrag durch Düngung und dem jährlichen Austrag durch "Ernte" aller Art - betragen Mitte der Achtziger Jahre (als Mittel für alle Landkreise der (westlichen) Bundesländer) etwa 100 kg N/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LF). Die Nordhälfte der alten Bundesrepublik ist durch diese Überschüsse stärker belastet als der Süden. Diese Überschüsse sind "heute" etwa so groß wie die "Gesamtdüngung Mitte der 60er Jahre" (vergl. Abb. 1). Teile dieser Überschüsse belasten das Grund- und Oberflächenwasser, andere Teile werden im Humus festgelegt oder zu gasförmigen Verbindungen umgewandelt (Daten aus BACH 1987).

## STICKOXID - EMISSIONEN aus anthropogenen Quellen

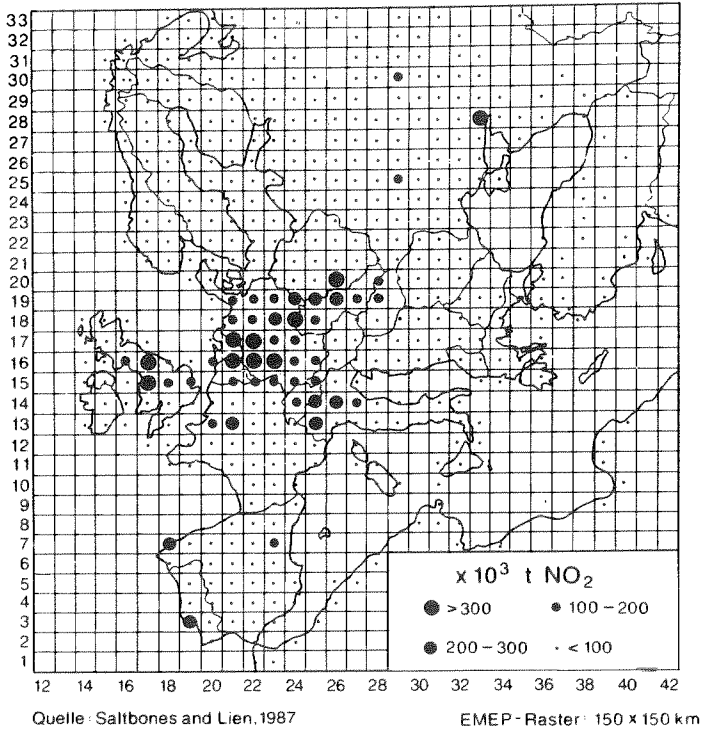


Abb. 3 Durch die Verbrennung von organischen Stoffen, namentlich fossilen Brennstoffen, entstehen u.a. Stickoxide. Bei Deposition in Verbindung mit Wasser (Salpetersäure, Nitrat) wirken sie düngend. Sie werden überwiegend in vielen kleinen Verbrennungseinheiten (Motoren) nahe am Boden produziert und meist nicht soweit durch die Luft transportiert wie z.B. Schwefeldioxid. In Mitteleuropa wird besonders viel  $\text{NO}_x$  produziert. Die Kreisflächen entsprechen "mehr als 33, 22 bis 33, 11 bis 22 und weniger als 11 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr" als Emissionsrate.

## Veränderung des chemischen Klimas

SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emission

in der Bundesrepublik Deutschland (1850 - 1983)

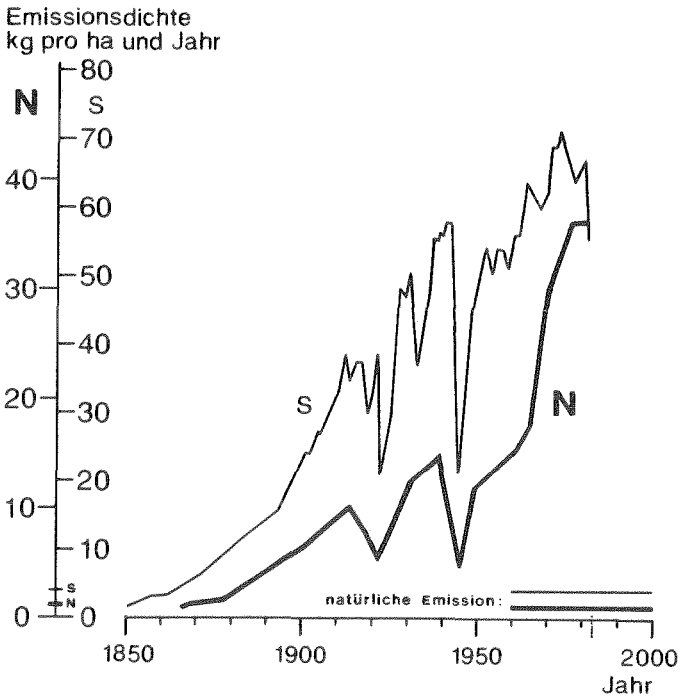
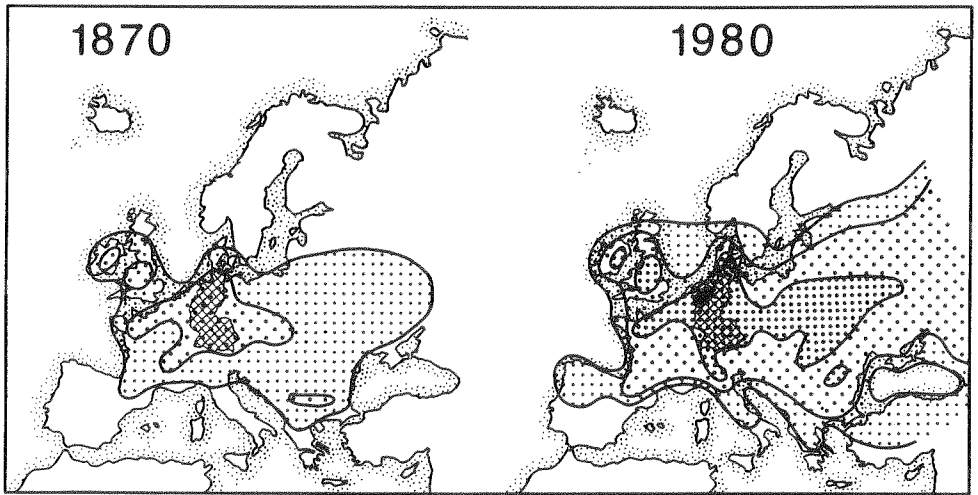


Abb. 4 In den vergangenen Jahrzehnten wurden die Emissionsraten durch Verbrennung fossiler Brennstoffe überall gesteigert. Für die Bundesrepublik Deutschland haben HÄBERLE und HERMANN (1984) die Entwicklung zu quantifizieren versucht. Die Weltkriege führten zu vorübergehenden tiefen Einschnitten. Der Ausstoß von SO<sub>2</sub> wurde durch Filter in Großanlagen in jüngerer Zeit gedrosselt. NO<sub>x</sub> nahm besonders seit der Steigerung des Auto-Individualverkehrs steil zu. - Heute wird durch Verbrennung etwa so viel NO<sub>x</sub>-N pro Hektar pro Jahr ausgestoßen wie in den Dreißiger Jahren als Dünger-N pro Hektar aktiv ausgebracht wurde.

## NH<sub>x</sub>-DEPOSITION kgN/ha·a\*



\* ASMAN et al. 1987





	ERKENNBAR	2.8		ERHEBLICH	11
	DEUTLICH	5.6		BEDENKLICH	22

Abb. 5 Eine Arbeitsgruppe um den Niederländer ASMAN hat auf der Grundlage von realistischen Modell-Annahmen die Depositionsraten an Ammoniak- und Ammonium-Stickstoff (NH<sub>x</sub>-N) europaweit abgeschätzt. Weil 90 oder mehr Prozent der Emission auf Ammoniakproduktion durch Vieh und seine Exkremente zurückgehen, konnten die Jahrzehnte weit zurück verfügbaren Flächen-Statistiken über Viehhaltung genutzt werden, um zeitlich Trends in dieser Belastung darzustellen.

## AMMONIAK - EMISSIONEN aus anthropogenen Quellen

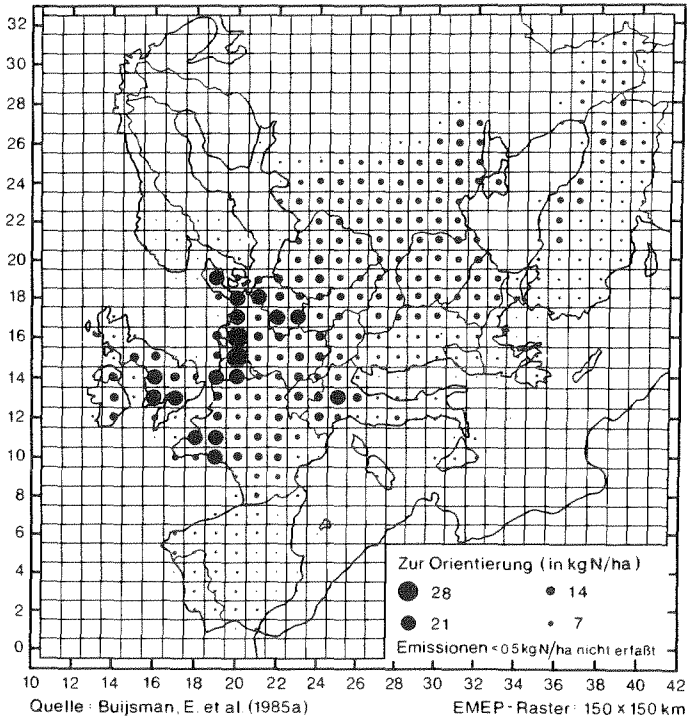


Abb. 6 Auch heute konzentrieren sich die Ammoniak ( $\text{NH}_3$ )-Emissionsraten auf Gebiete mit intensiver Tierhaltung. Vielerorts "stinkt es" inzwischen "nach Holland". Ammoniak wird in der Regel noch näher an den Emissionsquellen deponiert als  $\text{NO}_x$ .

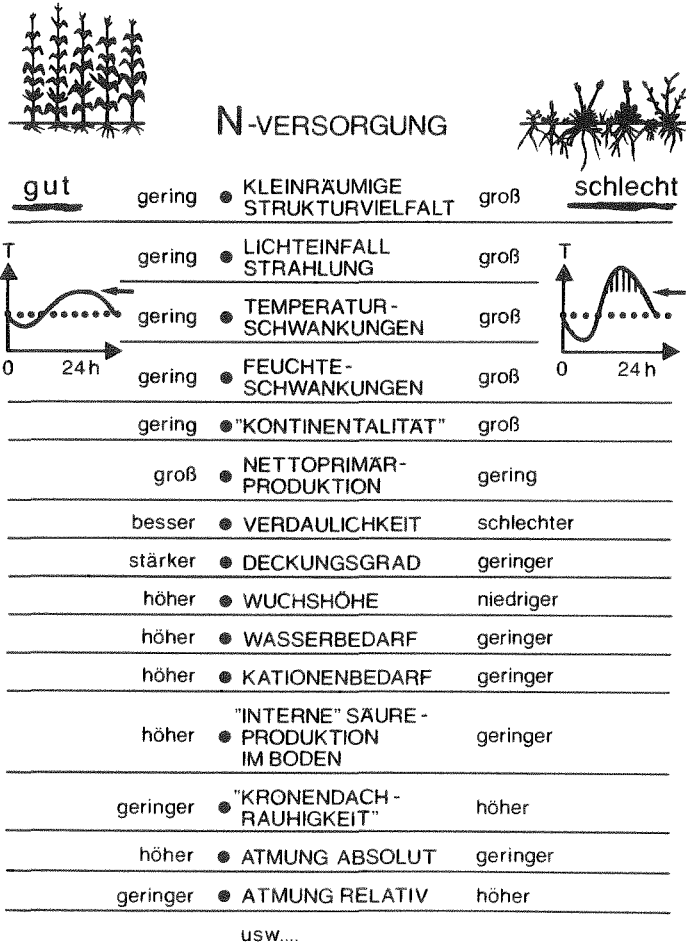


Abb. 7 Veränderungen im Stickstoffhaushalt (N) treffen Pflanzen, Vegetation, Tierpopulationen und Menschen auf vielfältige Weise. – Namentlich in nicht alljährlich beernteten Ökosystemen verändern Stoffeinträge auf dem Luftwege die Lebensbedingungen und damit das Konkurrenzgefüge zwischen Organismen wesentlich, lange bevor toxische Wirkungen beobachtet werden. – Mehr als Schadstoffe und Pestizide zusammengenommen, haben gelenkte und ungewollte Eutrophierung konkurrenzschwache Pflanzenarten verdrängt, mit ihnen verschwindet die Tierwelt der durch Nährstoffmangel geprägten, kleinklimatisch oft bevorzugten Habitats. Lediglich die höhere (Nettoprimär-) Produktion war - durch Düngung - "gewollt". Die übrigen Faktoren "ändern sich mit".



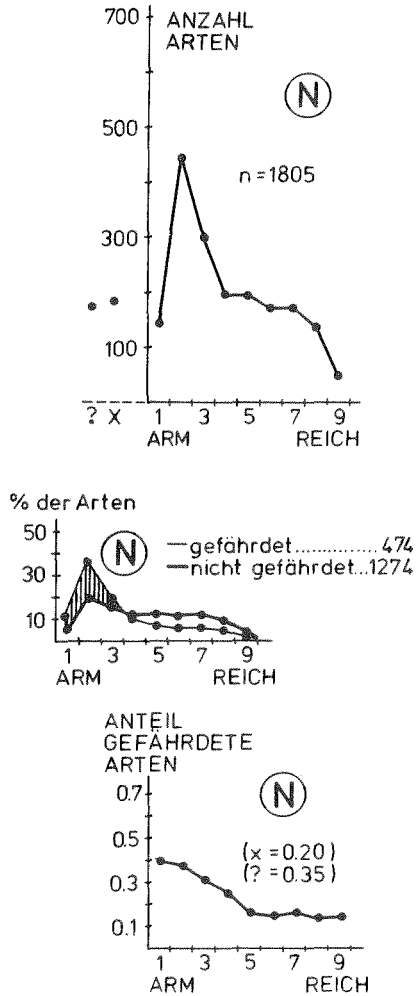


Abb. 8 Zusammen mit den "aktiv gewollten" Nährstoffeinträgen, die durch die Düngung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen konzentriert werden, bewirken die nichtgewollten und ungesteuerten Stoffeinträge auf dem Luftwege, die im Prinzip alle Gebiete erreichen, daß die "Hungerkünstler" unter den Pflanzenarten, die auch auf Nährstoff-Mangelstandorten produzieren und fruchten können, verschwinden. - Die meisten Pflanzenarten unserer Flora sind nur bei Nährstoffmangel konkurrenzfähig (oben). Dies trifft für die "gefährdeten" Arten (Rote Listen) in stärkerem Maße zu als für die nicht für gefährdet gehaltenen Arten (Mitte). Der Anteil der gefährdeten Arten an den pro Zeigerwert "vorhandenen" Arten nimmt mit besserer Stickstoffversorgung steil ab und bleibt ab "ausreichender" Versorgung (Zeigerwert 5) auf niedrigem Niveau konstant (unten).

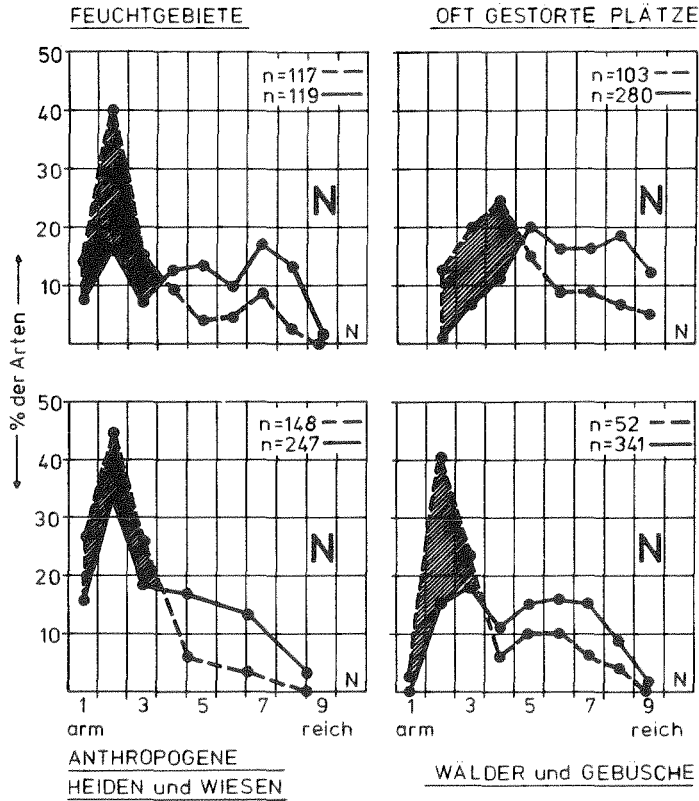


Abb. 9 Die Pflanzenarten aller analysierbaren Ökosystemtypen reagieren bezüglich des Stickstoffgradienten ähnlich. "Oft gestörte Plätze", z.B. auch Äcker, werden aktiv gedüngt. Das gilt auch für Grünland. "Feuchtgebiete" mögen durch ablaufendes Oberflächenwasser aus solchen gedüngten Flächen eutrophiert werden. Bei "Heiden", Schutzgebieten und "Wäldern und Gebüsch" kann Wasser nicht generell das Nährstoffe transportierende Medium sein, das zur dokumentierten Artenverteilung führt. - Dieser Befund bewegte mich Anfang 1983 zu postulieren, daß nicht nur Säure-Einträge und Schwefel-"Schadstoffe" sondern auch "Nährstoff-Einträge" auf dem Luftwege bei der Analyse und Bewertung der damals diskutierten Wirkungen des "Sauren Regens" beachtet und in ihrer ökosystemaren Wirkung betrachtet werden sollten.

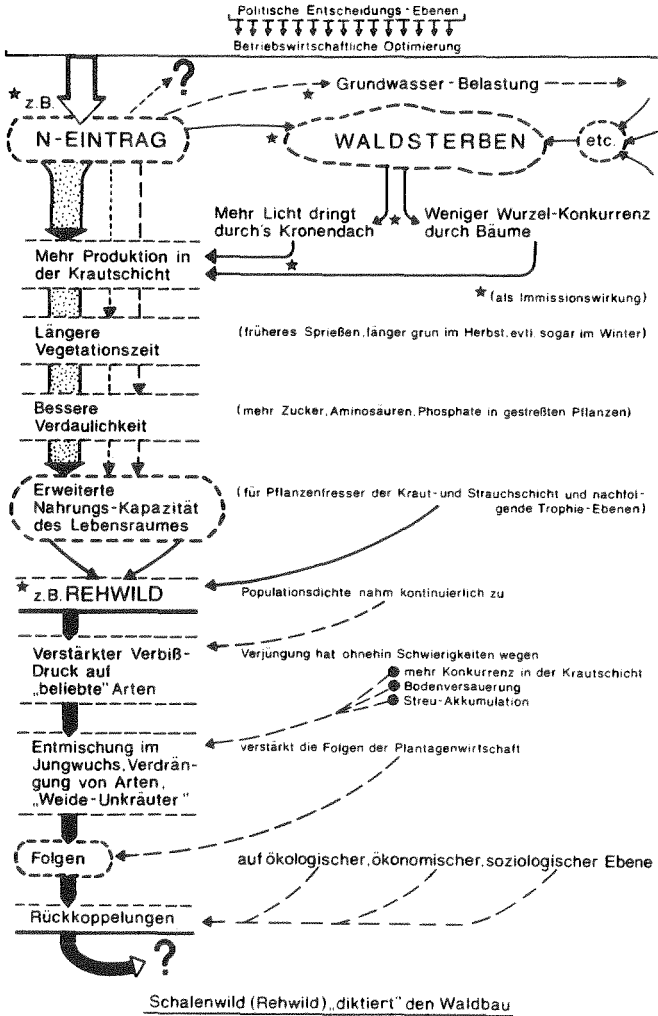


Abb. 10 Manche Pflanzenfresser der Krautschicht profitieren von den heute nährstoffreicheren Bedingungen, besonders wenn sie weitgehend unempfindlich sind für die "mitgelieferten" feuchtkühlen Kleinklimabedingungen und wenn sie "beweglich" lokal günstige Verhältnisse ausnutzen können. - Zu diesen Arten zählen aus meiner Sicht u.a. Ringeltauben, Wildgänse und z.B. Rehwild. Rehe bevorzugen erwiesenermaßen (ELLENBERG 1988) die Stickstoffzeiger unter den Pflanzenarten als Äsung - sofern sich diese nicht "aktiv gegen Verbiß schützen (z.B. Brenneseln).

ENTWICKLUNGSDAUER DER GELEGE  
VON ZAUNEIDECHSEN (*Lacerta agilis*)  
(Daten aus S. Rykena, 1988)

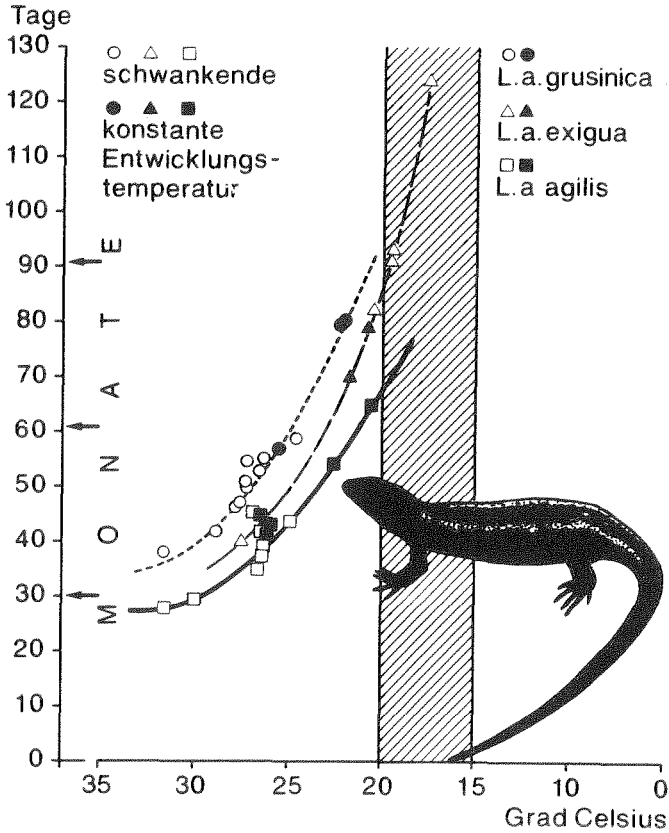


Abb. 11 Andere Tiere kommen mit den veränderten Lebensbedingung nicht zurecht, insbesondere viele wechselwarme Arten, die für Wachstum und Aktivität hohe Temperaturen benötigen. Hier sind auch viele Jungtiere des jagdbaren Wildes der Feldflur einzuordnen. - Zauneidechsen brauchen mehr als 20°C als (Dauer-) Temperatur zur Entwicklung ihrer Eier und erst bei mehr als 30°C schlüpfen die Jungtiere schon nach vier Wochen. Solche kleinklimatisch bevorzugten Stellen werden in der durch Eutrophierung hochwachsenden Pflanzendecke immer seltener. Schraffiert wurde der Bereich zwischen 15° und 20°C, er wird im Juli vielerorts als Mitteltemperatur erreicht.

## GEFÄSS-PFLANZENARTEN, BR DEUTSCHLAND

## HEUTE

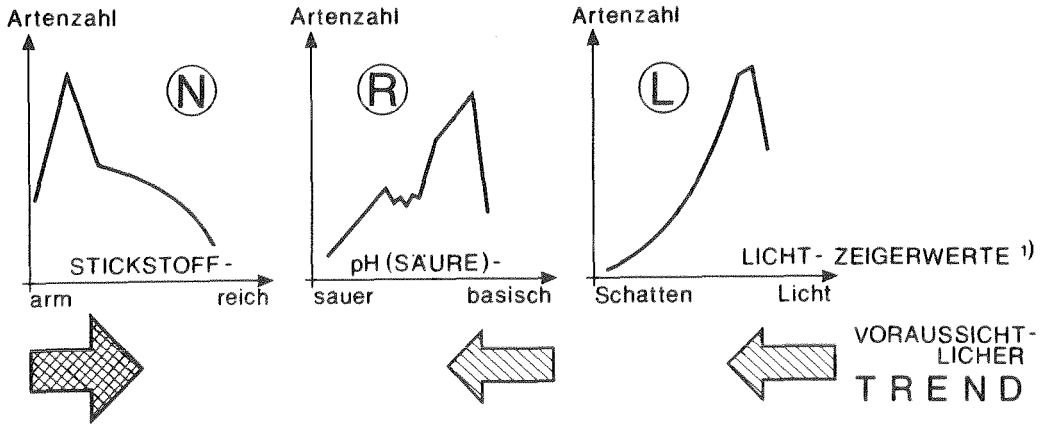


Abb. 12 Mehr als 2150 der 2660 in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Gefäßpflanzenarten konnten entsprechend ihrem ökologischen Verhalten in mehreren Öko-Gradienten von ELLENBERG sen. (1979) mit "Zeigerwerten" versehen werden. Die Verteilung der Arten - unabhängig von ihrem Gefährdungsgrad - wird in Bezug auf drei besonders wichtige Ökogradienten hier halbschematisch dargestellt, und zwar für die Bodenfaktoren Stickstoffversorgung (N) und Säuregrad (Reaktion, R) und für den Klimafaktor Strahlung bzw. Licht (L). - Eutrophierung aus "aktiven" (Landwirtschaft) und aus "passiven" Quellen (geringere Nährstoffverluste aus Ökosystemen wegen heute kaum noch stattfindender Übernutzung: z.B. Plaggen, Triftweide, Streurechen, usw.) sowie Einträge von Stickstoff und anderen Chemikalien durch Trockene und Feuchte Deposition bzw. durch direkte Assimilation im lebenden Gewebe bewirken weiterhin erhebliche Verluste an Pflanzenvorkommen und verursachen Verdrängung und Aussterben von Populationen und Arten in unserer Heimat. - Stickstoffeinträge wirken mit bei der Versauerung der Böden, direkt und durch ökosystemare Prozesse. "Saurer Regen" ist in Europa als Schlagwort bekannt geworden. Es trifft nur einen Teil der angestoßenen Prozesse. Säureinträge können zumindest vorübergehend die Erreichbarkeit weiterer Nährstoffe verbessern - langfristig führen sie jedoch zu Nährstoffauswaschungen mit dem Sickerwasser. - Besser ernährte Pflanzen wachsen früh und schnell, hoch und breit. Wenige Arten, als "gute Stickstoffverwerter", überschatten und verdrängen die langsamer und niedriger wachsenden "lichtbedürftigen Hungerkünstler". Aus dieser Sicht wird es in Zukunft unweigerlich weniger Pflanzenarten in unserer Heimat geben. Auch die Tierwelt ist von diesen Veränderungen betroffen. "Dominanter" Faktor ist die Eutrophierung. Von hier aus werden auch die übrigen Ökofaktoren "gesteuert". - Extensivierungs- und Flächenstilllegungsprogramme helfen wohl nur in wenigen Fällen denjenigen Arten, die bereits in Bedrängnis geraten sind durch die Art und Intensität unserer Landnutzung. Welche Arten bleiben konkurrenzfähig bei Überschuß an Stickstoff auf saurer werdenden Standorten?

**LITERATUR**

ELLENBERG, H. (1990): Eutrophication as a Significant Background Problem for European Wildlife. - In: ASKEW, F. (ed.): AGRICULTURE - Rapeseed 00 and intoxication of wild animals. Report EUR 11771 EN, pp. 117-130.

ELLENBERG, H. (1989): "Einführung" und "Ein Dutzend illustrierte Informationen" S. 4-13; in: ELLENBERG, H., RÜGER, A. & VAUK, G. (Hrsg.): "Eutrophierung - das gravierendste Problem im Naturschutz?". Symposium an der Norddeutschen Naturschutzakademie, Hof Möhr, 1988. Bericht NNA 2, Heft 1, 70 S. (3043 Schneverdingen).

Ein Literaturverzeichnis kann beim Verfasser angefordert werden.

Anschrift des Verfassers:

Dr. habil. Hermann Ellenberg, Fachgebiet Wildtierökologie und Jagd, Institut für Weltforstwirtschaft und Ökologie, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Leuschnerstr. 91, 2050 Hamburg 80

## ZUR SITUATION DER VOGELWELT IN DER AGRARLANDSCHAFT

### Situation of Birds on Farmland

MICHAEL WINK

Universität Heidelberg, Institut für Pharmazeutische Biologie,  
Heidelberg

#### Abstract

Population trends of farmland birds were analyzed in the Rhineland by a comparison of grid mapping data obtained from an identical 1000 km<sup>2</sup> area censused in 1990 and 1975. Ground breeding and insectivorous species show dramatic negative population trends, e.g. Tree pipit (*Anthus trivialis*), Curlew (*Numenius arquata*), Whinchat (*Saxicola rubetra*), Pheasant (*Phasianus colchicus*), Skylark (*Alauda arvensis*), Crested lark (*Galerida cristata*), Grey partridge (*Perdix perdix*), Yellow wagtail (*Motacilla flava*), Stonechat (*Saxicola torquata*), Wheatear (*Oenanthe oenanthe*), Corncrake (*Crex crex*), Nightjar (*Caprimulgus europaeus*), Grasshopper warbler (*Locustella naevia*), Redstart (*Phoenicurus phoenicurus*), Grey-headed woodpecker (*Picus canus*), Green woodpecker (*Picus viridis*), Reed bunting (*Emberiza schoeniclus*), Great grey shrike (*Lanius excubitor*), Woodchat shrike (*Lanius senator*), Goldfinch (*Carduelis carduelis*), and Turtle dove (*Streptopelia turtur*). Similar trends are evident from other parts of Central and Northwest Europe. Compared with birds from other habitats, birds on farmland seem to be particularly endangered. Possible causes are discussed.

#### EINLEITUNG

Unsere Vogelwelt hat sich immer schon in ihrem Artenspektrum und in den Häufigkeiten der einzelnen Arten verändert und wandelt sich auch heute ständig. Waren es früher vor allem die klimatischen Faktoren, so sind es zunehmend die menschlichen Aktivitäten, die die Zusammensetzung und Bestandsentwicklung von Flora und Fauna drastisch beeinflussen. Insbesondere trat mit Beginn des 2. Weltkrieges eine äußerst gravierende Intensivierung der Landnutzung (z.B. Städtebau, Straßen- und Autobahnbau, sowie insbesondere Landwirtschaft) ein, die bereits starke negative Auswirkungen auf die Vogelwelt Mittel- und Westeuropas gezeigt hat und z.T. noch haben wird (BAUER & HEINE 1992; BAUER & THIELCKE 1982; BEZZEL 1979; BERTHOLD 1977; BERTHOLD et al. 1986; SCHUSTER 1986; MORITZ 1982; MARCHANT et al. 1990; WINK 1974, 1980, 1987; ERHARD & WINK 1987, 1991; ZBINDEN 1989; vgl. auch ELLENBERG in diesem Band). Wenn wir auch den negativen Auswirkungen besonderes Gewicht beimessen müssen, so darf nicht vergessen werden, daß mancher menschliche Eingriff auch zur Arealausbreitung einiger Arten geführt hat. Außerdem werden seit mehreren Jahrzehnten zunehmend (wenn auch immer noch zu wenig) Natur- und Umweltschutzmaßnahmen durchgeführt, die z.T. jetzt greifen und positive Auswirkungen zeigen.

Da die Veränderungen in der Vogelwelt meist nicht abrupt sondern allmählich verlaufen, fallen sie am Anfang kaum auf. Zu diesem Zeitpunkt könnten die meisten Entwicklungen aber noch gebremst oder rückgängig gemacht werden. Sind die Bestände jedoch erst einmal drastisch reduziert, so führt häufig selbst das Ausschalten der kausalen Ursachen, falls die Umweltveränderungen überhaupt reversibel sind, zu keiner unmittelbaren Besserung. Häufig sind die kausalen Ursachen zudem noch sehr komplex und nicht leicht in ihrem Wechselspiel zu durchschauen, was Gegenmaßnahmen zu finden nicht gerade erleichtert.

Voraussetzung für gezielte Maßnahmen sind deshalb Erfassungsprogramme ("Monitoring"), die großflächig und systematisch durchgeführt werden und die rechtzeitig verlässliche Angaben über Populationstrends liefern. Begleitet werden müssen diese Programme von speziellen Untersuchungen zu den jeweiligen Kausalzusammenhängen, falls ein Trend erkannt wurde. Während es weltweit eine Reihe solcher Monitoringprogramme gibt, fehlen jedoch häufig die notwendigen Folgeprogramme.

Am längsten läuft ein solches Programm zur Erfassung von Populationstrends in Großbritannien, der "Common bird census", bei dem landesweit alle Vogelarten regelmäßig quantitativ erfaßt werden (MARCHANT et al. 1990). Dieses Programm wurde Ende der fünfziger Jahre initiiert, um die Auswirkungen der Umweltveränderungen und der chlorierten Kohlenwasserstoffe zu erfassen. Die jetzt vorgelegte Auswertung über die letzten 26 Jahre (MARCHANT et al. 1990) zeigt deutlich, daß einige Populationsschwankungen nur kurzfristiger Natur waren, während andere Populationsrückgänge sich über die Jahre kontinuierlich fortsetzen. Gerade die Vogelarten der intensiv genutzten Agrarlandschaft fallen in diese letzte Kategorie (s. Tab. 1). In der Bundesrepublik fehlt ein vergleichbares Programm. Wohl aber werden von den Vogelwarten seit 1968 die jährlichen Fangzahlen verglichen (nach den Fangstationen Mettnau-Reit-Illmitz MRI-Programm genannt). Die Analysen erlauben wenigstens, die Bestandstrends der meisten ziehenden Kleinvögel zu erfassen (s. BERTHOLD 1977; BERTHOLD et al. 1986). Nicht erfaßt werden mit dieser Methode die größeren Arten, die sich nicht in den Japannetzen fangen lassen und vor allem jene Arten, die als Standvögel nicht oder nur wenig umherziehen (s. Tab. 1).

Großräumig und systematisch durchgeführte Rasterkartierungen der Brutvogelverbreitung bieten aber eine interessante Alternative, zumal, wenn sie auf kleinflächigen Erfassungseinheiten beruhen (z.B. Minutenraster [2,2 km<sup>2</sup>] oder kleiner) und wenn alle Arten erfaßt werden. Werden diese Kartierungen in späteren Jahren wiederholt, so läßt sich unmittelbar ablesen, bei welcher Vogelart sich die Rasterfrequenz (d.h. die Anzahl der pro Art besetzten Gitterflächen) gravierend verändert hat (BEZZEL & UTSCHICK 1979; WINK 1980; SCHUSTER 1986; ERHARD & WINK 1987). Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß mit einem standardisierten Erfassungsprogramm großräumig alle vorhandenen Vogelarten wiederholt erfaßt werden können, d.h. das Programm ist grundsätzlich nicht selektiv. Der Nachteil liegt jedoch darin, daß nicht unmittelbar die Vogel-dichte ermittelt wird. Wenn eine zahlreich vorkommende Art, die nahezu in jedem Gitterfeld mit mehr als 50 Tieren vorkommt (z.B. Amsel), ihren Bestand um 20 % vermindert, so wird sich diese Veränderung vermutlich nicht in der Rasterfrequenz niederschlagen. Wenn aber eine Vo-



gelart, die nicht gleichmäßig oder nur in wenigen Paaren / Gitterfeld vorkommt, in ihrem Bestand gravierend zu- oder abnimmt, so spiegelt sich dies gewöhnlich in der Veränderung der jeweiligen Rasterfrequenzen wider (WINK 1980; ERHARD & WINK 1987). In einer Untersuchung im Großraum Bonn konnten wir zeigen, daß die Populationstrends, die wir über direkte Abundanzfassung ermittelt hatten, mit den jeweiligen Veränderungen der Rasterfrequenz positiv korreliert waren (WINK 1980). Wenn auch diese Methode eine Reihe von Wünschen offen läßt, so liefert sie aber in einem ökonomisch und logistisch vertretbaren Rahmen wichtige Erkenntnisse über die Bestandstrends unserer Vogelwelt. In dieser Arbeit sollen die Ergebnisse des Vergleichs der Rasterkartierung im Rheinland, bei der 1990 dieselben ca. 1000 km<sup>2</sup> kartiert wurden wie 1975, den Trends gegenübergestellt werden, die über das MRI-Programm und über die Erfassungsprogramme der angrenzenden Länder wie der Schweiz, den Niederlanden und Großbritanniens erhalten wurden. Bei dieser Auswertung wurden jedoch schwerpunktmäßig nur diejenigen Arten berücksichtigt, die in der intensiv genutzten Agrarlandschaft, also Feldern, Wiesen und Weiden vorkommen, da dieser Lebensraum das zentrale Thema der Tagung war (zur Auswertung der übrigen Arten s. GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991) und die Vögel der Agrarlandschaft wohl mit am stärksten bedroht sind.

#### **METHODIK DER RASTERKARTIERUNG**

Zwischen 1974 und 1980 (Nachträge erfolgten bis 1985) wurde die Brutverbreitung aller Vogelarten des Rheinlandes auf ca. 20.000 km<sup>2</sup> systematisch erfaßt und in einem Brutvogelatlas auf Verbreitungskarten mit der Gitterfeldeinheit 1/4 MTB dargestellt (WINK 1987). Auf einer Teilfläche von 12.000 km<sup>2</sup> wurde die Kartierung auf kleineren Gitterfeldern durchgeführt: Die Kartierungseinheit war hier das Minutengitterfeld (jede TK-25 ["Meßtischblatt"] hat 60 Minutengitterfelder) mit einer Größe von 2,2 km<sup>2</sup> (1,18 x 1,84 km). Jedes Gitterfeld mußte während der Brutzeit (März bis Juli) mehrere Male intensiv und vollständig untersucht werden, wobei alle Habitate zu kontrollieren waren. Die erste Erfassung sollte im März erfolgen, weil in dieser Zeit Meisen, Spechte und Baumläufer am zuverlässigsten zu erfassen sind. Die Monate Mai und Juni waren entscheidend, da dann das Gros der Arten brütet. Kontrollen im Juli waren für die Kartierung spätbrütender Arten wie Würger, Baumfalke, Wespenbussard und Wachtel wichtig (WINK 1987). Da Singvögel hauptsächlich in den Morgenstunden gesangsaktiv sind, sollte besonders zu dieser Zeit kartiert werden. Es war empfohlen worden, im Gelände Klangattrappen einzusetzen. Als Brutvorkommen wurde gewertet, wenn nestbauende, brütende, futtertragende oder fütternde Altvögel, sowie Altvögel mit nicht oder gerade flüggen Jungvögeln gesichtet wurden. Wenn singende Männchen im geeigneten Bruthabitat an mehreren Zählterminen angetroffen wurden, wurden sie ebenfalls als Brutvögel gewertet. Zum Ausschluß von singenden Durchzüglern wurde für jede Art ein Ecktermin festgesetzt, nach dem die Art im Rheinland erfahrungsgemäß ihren Durchzug abgeschlossen hat. Erfassungen vor diesem Ecktermin wurden nicht berücksichtigt.

Jeder Kartierer hatte pro Jahr 15 solcher Minutenraster zu erfassen, was einen Zeitaufwand zwischen 50 und 200 Stunden (je nach Habitat) erforderte. 1990 wurde die Minutenrasterkartierung in ca. 450 Gitterfeldern (> 990 km<sup>2</sup>) nach derselben Methodik wiederholt, nach der diese Flächen 1975 zum ersten Male erfaßt worden waren.

Einige "Problemarten", die heimlich und versteckt leben und nicht auffällig oder nur nachts ruhen, werden mit dieser Methode nur unvollständig erfaßt (aber auch die anderen Monitoringprogramme versagen hier meist). Für Arten mit großen Revieren ist das Minutengitterfeld zu klein; die Kartierer waren angewiesen, nur 1 Gitterfeld als besetzt zu melden, auch wenn sich die Art zur Nahrungssuche in mehreren Feldern aufhielt. Zu den Fehlermöglichkeiten s. WINK (1987).

## **BESTANDSTRENDS DER VOGELARTEN DER INTENSIV GENUTZTEN AGRARLANDSCHAFT**

Bei der Darstellung der Populationstrends der einzelnen Arten, die die offene Agrarlandschaft besiedeln, sollen von vornherein unterschiedliche ökologische Gilden diskutiert werden: 1) Bodenbrüter, 2) insektenfressende Baum- und Gebüschbrüter und 3) Baum- und Gebüschbrüter, die als "Mischköstler" anzusehen sind, z.B. Ammern und Finken, die sowohl Insekten als auch vegetabile Nahrung fressen. Die Definition der Agrarlandschaft ist nicht einfach; sie wird hier im Sinne von Wiesen, Weiden und Feldern verstanden, wobei Heidebiotope eingeschlossen, Garten- und Parkanlagen im Siedlungsbereich jedoch nicht berücksichtigt werden. Ebenfalls unberücksichtigt blieben Arten der Gewässer und Kiesgruben, auch wenn diese Habitats unmittelbar in der Agrarlandschaft liegen.

Bei dieser Einteilung lassen sich 19 rheinische Agrar-Brutvogelarten in die Kategorie der Bodenbrüter, 9 in die der baum- und gebüschbewohnenden Insektenfresser und 16 in die Gruppe der baum- und gebüschbewohnenden "Mischfresser" einteilen (Tab. 1). Die Abgrenzung der Arten in Kategorie 2 und 3 ist nicht ganz einfach, da eine Reihe von Arten, die in Ortschaften brüten, in der Agrarlandschaft ihre Nahrung suchen, wie z.B. Schwalben, Mauersegler etc. Diese Arten wurden hier nicht analysiert, um den Rahmen der Untersuchung nicht zu sprengen. Ebenso ist die Abgrenzung der Bewohner der Wälder und Feldgehölze schwierig. Im Allgemeinen wurden auch diese Arten hier nicht gewertet.

Die Probeflächen im Rheinland liegen vornehmlich in landwirtschaftlich intensiv genutzten Arealen und sind somit mehr oder weniger repräsentativ für nord- und westdeutsche Agrarflächen.

### **Erdbrüter**

Von den 19 Arten aus Kategorie 1 verläuft der Populationstrend bei 15 Arten eindeutig negativ (Tab. 1 A), insbesondere bei Baumpieper, Braunkehlchen, GrauParammer, Haubenlerche, Rebhuhn, Schafstelze, Schwarzkehlchen, Steinschmätzer, Wachtelkönig und Ziegenmelker. Bei der Feldlerche, die nach wie vor relativ häufig ist, deutet sich die rückläufige Tendenz bereits klar an. Da in den Erhebungen der Schweiz, den Niederlanden und Großbritanniens nahezu identische Trends vorliegen, muß man erstens annehmen, daß die Rasterkartierung reale Trends ermittelt, und zweitens, daß diese Vogelarten großflächig in Europa rückläufig sind. Damit wird klar, daß bodenbrütende Arten der intensiv genutzten Agrarlandschaft besonders vom Rückgang betroffen sind (Tab. 1). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen BAUER & HEINE (1992) durch halbquantitative Rasterkartierungen am Bodensee.

Bei der Heidelerche wird eine Zunahme vermutlich vorgetäuscht: Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in der Wahner Heide, die 1990 gründlicher untersucht wurde als 1975. Mit großer Wahrscheinlichkeit liegt hier also keine Bestandsveränderung vor, wohl aber eine Veränderung in der Erfassungsqualität. Beim Wiesenpieper muß man die lokalen Habitatbedingungen berücksichtigen. Im Großraum Bonn befinden sich die immer noch vergrößerten Abbauflächen der Braunkohle, die kurzzeitig geeignete neue Areale für den Wiesenpieper liefern. Aber auch in den Niederlanden nahm der Wiesenpieper lokal zu (SOVON 1987).

Die Wachtel fällt aus diesem Rahmen heraus: Ihre aktuellen Bestände weisen extrem große Schwankungen zwischen den Jahren auf, die u.a. auch klimatisch bedingt sind. 1990 war vermutlich ein besonders günstiges Jahr für die Art. Generell sind die Wachtelbestände jedoch rückläufig (MARCHANT et al. 1990). Der Kiebitz zeigt in Mitteleuropa vielerorts Rückgänge auf (MARCHANT et al. 1990), an anderen Stellen, wo sich die Landnutzung ändert, z.B. Umwandlung von Feldern in Weiden oder umgekehrt jedoch lokale Zunahmen, so. z.B. im Rheinland und auch in den nahen Niederlanden.

Tab.1.A und B: Bestandstrends der Vogelwelt der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Vergleich der Angaben aus der Rasterkartierung im Rheinland (Vergleich 1990 zu 1975) mit anderen Erfassungsprogrammen.

<sup>a</sup> Daten der Rasterkartierung 1975-1990 (GRUMMT & WINK 1991); wenn keine Prozentangaben vorliegen, dann aus WINK (1987); <sup>c</sup>. MRI-Programm, BERTHOLD et al. 1977; <sup>d</sup>. Schweiz nach Bericht der Vogelwarte Sempach (ZBINDEN 1989); <sup>e</sup>. Großbritannien nach Common Bird Census (MARCHANT et al. 1990); <sup>f</sup>. Niederlande nach Angaben im Kartierungsatlas SOVON (1987)

Symbole für Brut-Bestandsveränderungen: -- = deutliche Abnahme, - Abnahmetrend vorhanden, (-) Abnahme vermutet aber nicht klar bewiesen; +/- sowohl Ab- als auch Zunahme festgestellt, teils lokal auftretend; + = Zunahmetrend sichtbar, teils nur lokal; ++ = starke und deutliche Zunahme; ohne Symbol: keine Angaben vorhanden, da Art nicht vorkommt oder nicht erfaßt wurde.

#### A. Bodenbrüter der Felder, Wiesen und Weiden inklusiv Heidebiotope

Art	Bestandstrends				
	Rhein- land 1975- 1990	MRI	Schweiz	GB 1964 1988	NL 1973- 1986
Baumpieper	-27%		--	-	-
Brachpieper	--				--
Brachvogel	--		--	-	+
Braunkehlchen	-76%	--	--	--	--
Fasan	-23%			+	-
Feldlerche	-11%		-	--	
Graumammer	-73%		(-)	--	-
Haubenlerche	-97%		--		--
Heidelerche	+12%		--	--	++
Kiebitz	+40%		-	--	+/-
Ortolan	--		--		--
Rebhuhn	-31%		--	--	--
Schafstelze	-35%			-	(-)
Schwarzkehlchen	-31%		-	--	--
Steinschmätzer	-89%			(+)	--
Wachtel	+50%		-	+/-	+/-
Wachtelkönig	--		--	--	--
Wiesenpieper	+19%			-	+
Ziegenmelker	-86%		--	--	--

B. Gebüsch- und Baumbrüter der offenen Kulturlandschaft (exklusiv Bewohner der Ortschaften, Parkanlagen, Gärten)

Art	Bestandstrends				
	Rhein- land	MRI	Schweiz	GB	NL
<b>B.1 Insektenfresser</b>					
Dorngrasmücke	-1%	--	--	+/-	-
Feldschwirl	-16%	+/-	--	--	+/-
Gartenrotschwanz	-55%	+/-	--	(+)	+/-
Grauspecht	-40%	--	--	--	--
Grünspecht	-11%	--	--	+/-	--
Neuntöter	+61%	-	--	--	-/+
Raubwürger	--	--	--	--	--
Rohrhammer	-29%	+/-	--	--	--
Rotkopfwürger	--	--	--	--	--
<b>B.2 "Mischfresser"</b>					
Elster	+34%	--	--	++	++
Feldsperling	-14%	--	--	--	-/+
Goldammer	+11%	--	--	+/-	-
Hänfling	-7%	--	--	--	--
Hohltaube	+344%	--	-	++	+
Mäusebussard	+18%	--	--	-	++
Rabenkrähe	+61%	--	++	++	++
Ringeltaube	+14%	--	--	++	+
Saatkrähe	+/-	--	(-)	++	++
Star	+6%	--	--	--	+
Steinkauz	+12%	--	--	-	+/-
Stieglitz	-21%	--	--	(-)	++
Türkentaube	+28%	--	++	++	++
Turmfalke	-7%	--	(-)	-	(-)
Turteltaube	-29%	--	--	--	+/-
Wacholderdrossel	+117%	--	++	--	++

**Insektenfressende Baum- und Gebüschbrüter**

Von den 9 Arten dieser Kategorie weisen 7 Arten einen eindeutigen Rückgang auf, der offensichtlich europaweit stattfindet (Tab. 1 B.1). Bei der Dorngrasmücke liegen die Veränderungen im Rheinland bei -1%. Dieser Wert legt nahe, daß sich die Rasterfrequenz von 1990 kaum von der von 1975 unterscheidet. Aber auch im Rheinland erfolgte ein gravierender Einbruch der Dorngrasmückenpopulation nach 1968, die sich aber in den siebziger und achtziger Jahren wieder halbwegs erholte (WINK 1987). Eine Erholung der Bestände wurde auch aus England gemeldet (MARCHANT et al. 1990).

Der Gartenrotschwanz scheint in den letzten Jahren auch im Rheinland wieder zuzunehmen. Er hat aber bei weitem noch nicht den Stand vor dem Populationszusammenbruch nach 1968 erreicht. Anders ist die Situation in England, wo die Art inzwischen wieder das Niveau Anfang der sechziger Jahre erlangt hat (MARCHANT et al. 1990).

Überraschend positiv sind die Werte der rheinischen Neuntöter. Dabei darf man nicht vergessen, daß 1990 eine sehr warmer Sommer war. Verglichen mit den Beständen vor dem 2. Weltkrieg (NEUBAUR 1957) fallen die 1990 festgestellten Brutvorkommen immer noch sehr niedrig aus. Sehr viele Neuntötervorkommen entfallen überdies auf das oben schon erwähnte Gebiet der Wahner Heide.

### **Baum- und gebüschbrütende Mischfresser**

Die Trends dieser 16 Arten (Tab. 1 B.2) sind z.T. deutlich positiver als bei den ersten beiden Kategorien. Arten mit rückläufigen Tendenzen sind: Hänfling, Turteltaube, Stieglitz, Turmfalke und Feldsperling. Erfreulich positiv sind die Populationsentwicklungen bei Elster, Hohltaube, Mäusebussard, Rabenkrähe, Ringeltaube, Türkentaube und Wacholderdrossel. Diese positiven Entwicklungen lassen sich offensichtlich auch für NL, GB und teilweise auch für die Schweiz belegen (Tab.1 B.2).

Die Wacholderdrossel ist seit 2-3 Jahrzehnten, die Türkentaube seit 5 Jahrzehnten dabei, ihre Areale und Bestände auszuweiten; diese Trends sind europaweit feststellbar (MARCHANT et al. 1990; SOVON 1987).

Überraschend gut hat der Steinkauz im Rheinland abgeschnitten, was im Gegensatz zu den Trends in den umliegenden Ländern steht. Jedoch waren die letzten drei Winter sehr mild (diese Auswirkungen wurden bei den Erfassungen der Nachbarländer aus zeitlichen Gründen nicht berücksichtigt), was zu erhöhten Beständen bei den standorttreuen, im Winter nicht wegziehenden Eulen (u.a. auch bei der Schleiereule, GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991) beigetragen haben dürfte.

## **MÖGLICHE URSACHEN FÜR BESTANDSRÜCKGÄNGE BZW. - ZUNAHMEN**

### **RÜCKGÄNGE**

Wie vorher schon erwähnt, werden bei den Vogelarten, die die intensiv genutzte Agrarlandschaft besiedeln, äußerst gravierende und z.T. kontinuierlich anhaltende Bestandsrückgänge verzeichnet. Besonders betroffen sind die Bodenbrüter und die insektenfressenden Gebüsch- und Baumbrüter. Wenn die auslösende Kausalkette nicht schnell erkannt wird und nicht bald Gegenmaßnahmen erfolgen, werden die betroffenen Arten bald vollständig ausgestorben sein. Andererseits weisen Baum- und Gebüschbrüter, die ein breites Nahrungsspektrum ausnutzen können ("Kulturfolger"), deutliche Bestandszunahmen auf. Die Trends der Zu- und Abnahmen zeigen sich offensichtlich nicht nur im Rheinland, sondern mindestens auch in Mittel- und Nordwest-Europa.

Die Bestandsrückgänge betreffen im wesentlichen die Bewohner der landwirtschaftlich intensiv genutzten Areale. Im Vergleich dazu sind die Trends der meisten Waldvogelarten, der Bewohner der menschlichen Siedlungen und vieler Wasservogelarten eher zunehmend als rückläufig

(GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991; MARCHANT et al. 1990; SOVON 1987). Rückgänge sind bei den zuletzt genannten Gilden bei den insektenfressenden Zugvögeln zu registrieren (BERTHOLD et al. 1986).

Aus diesen Überlegungen heraus darf man annehmen, daß nicht generelle Umweltveränderungen, wie erhöhte Emissionen oder Industrialisierung allein für den Rückgang der Agrararten verantwortlich sein könnten, denn dann müßten alle Vogelgruppen betroffen sein. Vielmehr muß nach spezifischen Ursachen geforscht werden, die kausal mit der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Europa im Zusammenhang stehen.

Im Folgenden werden Ursachenkomplexe genannt, die in diesem Zusammenhang diskutiert werden.

**Strukturelle Veränderungen der Agrarlandschaft**, insbesondere der Verlust von Hecken (in GB allein 225 000 km seit 1949; MARCHANT et al. 1990), Weg- und Ackersäumen, Feldgehölzen, und Feuchtbiotopen (durch vielerorts durchgeführte Entwässerungen und Bachbegradigungen). In traditionell bewirtschafteten Landwirtschaftsgebieten waren die Nutzflächen häufig in winzige Parzellen (bedingt durch Erbteilung) aufgeteilt, was aber eine reiche Habitat-Strukturierung förderte. Im Rahmen der überall durchgeführten Flurbereinigung wurden die Parzellen zusammengelegt, mit dem Erfolg, daß auf diesen Parzellen störende Elemente, die eine intensive maschinelle Bewirtschaftung erschweren, wie Hecken, Feuchtbiotope, wie Bäche und Tümpel usw. entfernt wurden. Als Folge bietet sich uns heute die landwirtschaftliche Nutzfläche als homogene Landschaft ohne Strukturdiversität dar. Die Folge ist ein unmittelbarer Lebensraumverlust (Brutplätze, Schutzzone) für viele Agrarvogelarten: Wenn Hecken und Obstbäume abgeholzt werden, fehlen vielen Vogelarten Aufenthalts- und Nistmöglichkeiten. Diese Habitate waren Lebensraum für Insekten und andere Arthropoden und stellten damit eine wichtige Nahrungsgrundlage für viele Vogelarten dar. Betroffen sind hiervon die Würger, Baumpieper, Grün- und Grauspecht, Steinkauz, Dorngrasmücke und Gartenrotschwanz. Die jetzt meist großen Nutzflächen weisen zudem nur noch wenige Kulturpflanzen auf, die das qualitative und quantitative Nahrungsspektrum (Insekten, Sämereien) noch weiter einschränken.

Zu den Veränderungen der Landnutzung gehören nicht nur die Flurbereinigungsmaßnahmen, sondern auch der Bau von neuen Straßen, Autobahnen, Industrieanlagen, die starke Ausdehnung menschlicher Siedlungen usw. Im Rheinland sind es zusätzlich die großflächigen Braunkohlentagebaue, die die Landschaft total verändern. Als Folge verschwinden hier regelmäßig die vorher ansässigen Arten, jedoch folgen neue Arten nach, wie Wiesenpieper, Flußregenpfeifer, die vorher nicht anwesend waren. D.h. es ist ein verstärkter Flächenverbrauch seit einigen Jahrzehnten zu verzeichnen.

Die Graslandschaften sind vielerorts eintönig und z.T. steppenähnlich geworden. Durch die intensive, maschinelle Bewirtschaftung und den frühen Grasschnitt ist es für viele Bodenbrüter nahezu unmöglich geworden, eine Brut erfolgreich aufzuziehen. Hinzu kommt, daß stark gedüngte Wiesen bereits im Abstand von 3-4 Wochen geschnitten werden können, so daß auch häufig Er-

satzgelege zerstört werden. Vielerorts sind aus ökonomischen Gründen die Streu- und Feuchtwiesen in intensiv genutztes Grünland überführt worden. Diese Maßnahmen haben besonders die Bodenbrüter getroffen (Tab. 1 A).

In der Landwirtschaft ist eine enorme **Produktionssteigerung** in den letzten 3-4 Jahrzehnten eingetreten, die das Ergebnis der intensiven Nutzung des Bodens ist. Zur Ertragssteigerung hat der Kunstdüngerverbrauch gegenüber 1950 um den Faktor 7 zugenommen (ZBINDEN 1989). Durch Gülle-Ausbringung sind viele Böden mit Stickstoff überversorgt, was zu einer deutlichen Verarmung der Vegetation führt. Diese Verarmung hat natürlich negative Folgen für Pflanzenfresser, insbesondere für die Arten, die auf Sämereien angewiesen sind. Die verminderte Artzusammensetzung der Vegetation hat ihrerseits eine geringere Diversität der Arthropoden zur Folge; dies trifft nun wieder die Arten, die auf die Insektennahrung angewiesen sind (z.B. bei der Aufzucht der Jungvögel, wie Feldlerche, Rebhuhn etc.). Die aus ökonomischen Gründen notwendige zunehmende Maschinierung, die Zunahme des Getreide- und insbesondere des Maisanbaus und die zunehmende Nutzung der Wiesen zur Silageproduktion, anstelle der Heuernte, sind weitere Faktoren, die sich negativ auf Fauna und Flora ausgewirkt haben. ELLENBERG (in diesem Band) geht auf Aspekte der Eutrophierung und ihre Folgen ausführlicher ein.

#### **Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**

Die starke Produktionssteigerung in der Landwirtschaft war nur möglich durch den intensiven Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, wobei Fungizide und Herbizide (zusammen ca. 90%) die Hauptaufwandmengen erfordern. Danach folgen mit 5-10 % die Insektizide und dann die Saatgutbeizmittel. Die Entwicklung führte von langlebigen Mitteln (wie die chlorierten Kohlenwasserstoffe) der fünfziger und sechziger Jahre, die die Umwelt stark schädigten, immer mehr zu Mitteln, die die Vertebraten, wie Vögel, meist nicht mehr direkt und unmittelbar beeinträchtigen. Die Pflanzenschutzmittel werden häufig als Hauptursache für den Rückgang der Agrarvogelarten angesehen. Direkte Vergiftungen treten sicherlich gelegentlich auf, z.B. wenn gebeiztes Getreide gefressen wird, spielen aber heute vermutlich keine bedeutsame Rolle mehr. Schwerwiegender dürfte jedoch die indirekte Wirkung der Pflanzenschutzmittel sein. Erfolgreiche Herbizide reduzieren Anzahl und Diversität der "Unkräuter" gewaltig. Für Pflanzenfresser, die auf bestimmte Samen angewiesen sind, kann dies bereits Nahrungsmangel und damit Entzug der Lebensgrundlage bedeuten. Eine reduzierte Zusammensetzung der Vegetation hat bereits direkt auch eine verringerte Diversität der Arthropodenfauna zur Folge, was wiederum direkt die insektenfressenden Agrarvogelarten trifft. Zusätzlich wird die Arthropodenfauna durch den Einsatz der Insektizide reduziert. Fungizide und Herbizide wirken z.T. nicht sehr selektiv, sondern treffen eine Reihe von nützlichen Organismen, wie Regenwürmer und Arthropoden. All dies führt dann schnell zum Nahrungsmangel bei den Insektenfressern. Da Fungizide, Herbizide und Insektizide meist kombiniert ausgebracht werden, sind theoretisch synergistische Effekte nicht auszuschließen. Jedoch sind diese Zusammenhänge sehr komplex und bislang nicht erfaßt.



### **Direkte Verfolgung**

Für die dramatischen Rückgänge der Agrarvogelarten dürfte die Jagd nur in einigen Fällen eine Rolle spielen. Diskutiert wird dies u.a. bei Rebhuhn und Waldschnepfe. Daß die Bejagung tatsächlich einen Einfluß haben kann, sieht man an der Bestandsentwicklung einiger Arten, nachdem sie geschützt wurden. So zeigen die Kartierungsdaten, aber auch andere Untersuchungen, daß bei uns die Greife, wie Habicht, Sperber, Rotmilan und Mäusebussard, oder der Graureiher, oder Wasservogel wie Haubentaucher und einige Tauchenten seit etwa 1970 wieder deutlich zugenommen haben (WINK 1987; GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991; SOVON 1987; MARCHANT et al. 1990).

### **Krankheiten**

Wir müssen damit rechnen, daß auch unsere freilebenden Tierarten von Krankheiten epidemieartig von Zeit zu Zeit heimgesucht werden. Inwieweit diese Variablen für die Rückgänge eine Rolle spielen, ist schwer zu beurteilen, da direkte Befunde fehlen.

### **Klimatische Bedingungen**

Da der Aufzuchterfolg bei vielen Vogelarten stark von der Witterung zur Brutzeit beeinflusst wird, können mehrjährige Perioden mit feucht-kalter Witterung zu kurzfristigen Bestandsrückgängen führen, da Jungvögel wegen des geringeren Insektenangebotes leicht verhungern. Umgekehrt haben Jahre mit überdurchschnittlich warmen und trockenen Perioden eine bessere Nahrungsversorgung und damit eine Bestandszunahme zur Folge. Für die Jahresvögel ist die Witterung im Winterhalbjahr von großer Bedeutung, da strenge Winter häufig eine erhöhte Mortalität zur Folge haben. Mehrere milde Winter wirken sich dagegen häufig positiv aus; wir vermuten, daß einige der positiven Bestandstrends, wie wir sie in der vorliegenden Untersuchung feststellten (z.B. bei Steinkauz und Schleiereule), mit den milden Wintern der letzten drei Jahre im Zusammenhang stehen (GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991). Insgesamt sind aber die Zusammenhänge zwischen Klima und Bestandstrends nicht ausreichend untersucht, zumal andere Kausalursachen die Populationsentwicklung zusätzlich beeinflussen können (s. Diskussion in MARCHANT et al. 1990).

Klimatische Veränderungen im Winterquartier und auf den Zugwegen dürften für Zugvögel von Bedeutung sein. Man diskutiert in diesem Zusammenhang die Dürreperiode, die seit 1968 in der südlich der Sahara gelegenen Sahelzone einsetzte, als wichtigen Faktor für die Rückgänge bei Dorngrasmücke, Turteltaube, Gartenrotschwanz, Schilfrohrsänger, Uferschwalbe, Zwergdommel, und Rotkopfwürger, die in dieser Region überwintern (Übersicht in MARCHANT et al. 1990; ZBINDEN 1989). Verfolgung und Pestizideinsätze in diesen Regionen können zusätzliche Faktoren sein, über deren Auswirkung wir in Europa häufig keine Information haben.

## BESTANDSZUNAHMEN

Während in anderen Lebensräumen des Rheinlandes zunehmende Populationstrends inzwischen vermehrt zu beobachten sind (WINK 1987; GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991), ist die Zahl der zunehmenden Agrarvogelarten deutlich geringer.

**Einwanderer:** In diese Kategorie fallen bei uns 2 Arten, wie Türkentaube und Wacholderdrossel, die sich auch noch weiterhin ausbreiten und deren Bestände zunehmen (Tab. 1 B.2).

**Nutznießer der intensiven Landwirtschaft ("Kulturfolger"):** Einige Vogelarten sind sehr anpassungsfähige Allesfresser, wie z.B. Rabenkrähe und Elster, deren Bestände europaweit angewachsen sind (MARCHANT et al. 1990; SOVON 1987; ZBINDEN 1989).

In vielen Fällen ist es jedoch nur schwer beurteilbar, welche Ursachen kausal für Populationszuwächse verantwortlich sind, so. z.B. bei der Hohltaube oder der Ringeltaube.

## MÖGLICHE SCHUTZMASSNAHMEN

Die Abnahme der Agrarvogelarten läßt sich sicher nicht monokausal erklären, vielmehr muß man eine Vernetzung mehrerer sich gegenseitig beeinflussender Faktoren annehmen.

Schon heute ist evident, daß die intensive Landnutzung und der dadurch bedingte Verlust der strukturellen Habitat-Diversität eine der Hauptfaktoren für den Rückgang darstellt, in Form von Lebensraumverlust und Nahrungsmangel. Verstärkt wird dieser Effekt durch Verarmung des Artenspektrums der Pflanzen durch Herbizide und Düngung, was wiederum die Zahl der Insekten reduziert. Dies verstärkt nun den Nahrungsmangel, der bereits durch die Strukturmaßnahmen eingeleitet wurde.

Als wichtige erste Maßnahmen wären deshalb zu nennen: Wiederherstellung der strukturellen Diversität in der Agrarlandschaft durch Schaffung von Hecken, Obstgärten, Ödlandstreifen, Zäunen, Brachen, Gräben, Bächen und Tümpeln. Reduzierung des Einsatzes von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln auf ein notwendiges Minimum bei Verstärkung des integrierten Pflanzenschutzes. Spezielle andere Maßnahmen, wie Schaffen von Brutplätzen, Naturschutzgebieten etc. müßten folgen. Im Zeitalter der landwirtschaftlichen Überproduktion, die gleichzeitig hochsubventioniert werden muß, sollte ein Umdenken der jetzigen Landnutzungsformen möglich sein.

Wir benötigen dringend landesweite Monitoringprogramme, die hauptamtlich von Wissenschaftlern betreut werden sollten. Begleitet werden müßten diese Programme durch Kausalanalysen der für den Rückgang der jeweiligen Art verantwortlichen Faktoren, denn diese Untersuchungen stehen für die meisten Arten aus (s. aber Beispiele in ZBINDEN 1989 und MARCHANT et al. 1990). Da die Rückgänge offensichtlich europaweit stattfinden, wäre eine internationale Kooperation angezeigt, um die Forschungsressourcen optimal zu nutzen.

## DANKSAGUNG

Über 100 Avifaunisten (Namen in WINK 1987; ERHARD & WINK 1987; GRUMMT & WINK 1991; ERHARD & WINK 1991) haben sich 1975 und 1990 an der Rasterkartierung beteiligt. Ihnen gilt mein besonderer Dank. Herrn Dr. R. ERHARD danke ich für die Überlassung der Kartierungsdaten aus dem Großraum Bonn; Frl. M. GRUMMT für die Zusammenstellung eines Teils der Rheinlanddaten. Herr Dr. H. ELLENBERG und Dr. N. ZBINDEN überließen mir freundlicherweise relevante Literatur.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Populationstrends der Vögel der intensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen (Wiesen, Weiden, Felder) wurden im Rheinland großflächig auf Änderungen hin untersucht. Grundlage war eine Rasterkartierung auf Minuten-Gitterfeldgröße, die 1990 auf denselben 1000 km<sup>2</sup> durchgeführt wurde wie 1975. Bodenbrütende und insektenfressende Arten zeigten dabei gravierende Populationsrückgänge, wie sie auch andernorts in Mittel- und NW-Europa festgestellt wurden. Besonders betroffen sind: Baumpiper (*Anthus trivialis*), Brachvogel (*Numenius arquata*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Fasan (*Phasianus colchicus*), Feldlerche (*Alauda arvensis*), Haubenlerche (*Galerida cristata*), Rebhuhn (*Perdix perdix*), Schafstelze (*Motacilla flava*), Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata*), Steinschmätzer (*Oenanthe oenanthe*), Wachtelkönig (*Crex crex*), Nachtschwalbe (*Caprimulgus europaeus*), Feldschwirl (*Locustella naevia*), Rotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*), Grauspecht (*Picus canus*), Grünspecht (*Picus viridis*), Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*), Raubwürger (*Lanius excubitor*), Rotkopfwürger (*Lanius senator*), Stieglitz (*Carduelis carduelis*) und Turteltaube (*Streptopelia turtur*). Im Vergleich mit den Vögeln anderer Habitats (Wald, Gärten) zeigen die Agrarvögel dramatische Rückgänge. Die möglichen Ursachen werden diskutiert.

## LITERATUR

- BAUER, H.-G. & HEINE, G. (1992): Die Entwicklung der Brutvogelbestände am Bodensee: Vergleich halbquantitativer Rasterkartierungen 1980/81 und 1990/91. *J. Orn.* 133: 1-22.
- BAUER, S. & THIELCKE, G. (1982): Gefährdete Brutvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und im Lande Berlin: Bestandsentwicklung, Gefährdungsursachen und Schutzmaßnahmen. *Vogelwarte* 31: 183-391.
- BERTHOLD, P. (1977): Über die Bestandsentwicklung von Kleinvogelpopulationen: Fünfjährige Untersuchungen in SW-Deutschland. *Vogelwelt* 98: 193-197.
- BERTHOLD, P., FLIEGE, G., QUERNER, U. & WINKLER, H. (1986): Die Bestandsentwicklung von Kleinvögeln in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *J. Orn.* 127: 397-437.
- BEZZEL, E. & UTSCHICK, H. (1979): Rasterkartierung von Sommervogelbeständen. Bedeutung und Grenzen. *J. Orn.* 120: 431-440.
- BEZZEL, E. (1979): Allgemeine Veränderungstendenzen in der Avifauna der mitteleuropäischen Kulturlandschaft. *Vogelwelt* 100: 8-23.

- ELLENBERG, H. (1992): Eutrophierung als wesentliches "Hintergrund-Problem" für wildlebende Organismen in Mitteleuropa. In diesem Band.
- ERHARD, R. & WINK, M. (1987): Veränderungen des Brutvogelbestandes im Großraum Bonn: Analyse der Rasterkartierung 1975 und 1985. *J. Orn.* 128: 477-484.
- ERHARD, R. & WINK, M. (1991): Entwicklung der Vogelpopulationen im Großraum Bonn (1975-1990). *Charadrius* 27: 113-123.
- GRUMMT, M. & WINK, M. (1991): Veränderungen des Brutvogelbestandes im Rheinland: Vergleich der Rasterkartierungen 1975 und 1990. *Charadrius* 27: 105-112.
- MARCHANT, J.H., HUDSON, R., CARTER, S.P. & WHITTINGTON, P. (1990): Population trends in British breeding birds. BTO, Tring.
- MILDENBERGER, H. (1982, 1984): Die Vögel des Rheinlandes. Bd.1 u. 2. Greven.
- MORITZ, D. (1982): Langfristige Bestandsschwankungen ausgewählter Passeres nach Fangergebnissen auf Helgoland. *Seevögel*, (Supl.): 13-24.
- NEUBAUER, F. (1957): Beiträge zur Vogelfauna der ehemaligen Rheinprovinz. *Decheniana* 110: 1-278.
- SCHUSTER, S. (1986): Quantitative Brutvogelbestandsaufnahmen im Bodenseegebiet 1980-1985. *J. Orn.* 127: 439-445.
- SOVON (1987): Atlas van de Nederlandse Vogels. Arnhem
- WINK, M. (1974): Veränderungen des Brutvogelbestandes der Siegniederung in den vergangenen 14 Jahren (1960-1973). *Vogelwelt* 95: 121-137.
- WINK, M. (1980): Aussagemöglichkeit der Rasterkartierung für langfristige und großflächige Brutvogelbestandsveränderungen: Ergebnisse im Großraum Bonn 1974-1978. *J. Orn.* 121: 245-256.
- WINK, M. (1987): Die Vögel des Rheinlandes. Bd. 3, Atlas der Brutvogelverbreitung. Greven.
- WINK, M. (1987): Die Vögel des Rheinlandes. Bd.3. Atlas zur Brutvogelverbreitung. Beitr. Avifauna Rheinland 25/26, Düsseldorf.
- ZBINDEN, N. (1989): Die Entwicklung der Vogelwelt der Schweiz. Schweizer Vogelwarte Sempach.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Michael Wink, Universität Heidelberg, Institut für Pharmazeutische Biologie, Im Neuenheimer Feld 364, 6900 Heidelberg

UNTERSUCHUNGEN ZUR BRUTBIOLOGIE DES FELDSPERLINGS  
(*PASSER MONTANUS L.*)\*

Studies on the breeding biology of the tree sparrow  
(*Passer montanus L.*)

GOTTHARD STEINER

Braunschweig

**Abstract**

The influence of the intensity of plant protection methods on the breeding success of the tree sparrow was studied in two areas in the northern foreland of the Harz mountains. The absolute numbers of fledged tree sparrows show a significant difference, but the relative breeding success is not different when the two intensities of plant protection methods are compared. We could, however, detect a significant influence caused by the dormouse and the fat dormouse on the breeding success of tree sparrows. The position of the nestboxes also has an important influence on the occupation by tree sparrows.

**EINLEITUNG**

Im Rahmen einer Projektarbeit sollte geklärt werden, ob und wie weit sich unterschiedliche Pflanzenschutzmaßnahmen im Ackerbau auf die Siedlungsdichte von Kleinvögeln auswirken. Ein Ziel war, festzustellen, inwieweit ein durch intensiven Pflanzenschutzmitteleinsatz beeinträchtigtes Nahrungsangebot das Brutvorkommen einer ausgewählten Vogelart beeinflusst und in welchem Umfang weitere Faktoren das Auftreten dieser Art auf landwirtschaftlichen Flächen steuern. Als geeignete Vogelart wurde der Feldsperling ausgewählt, der als Höhlenbrüter Brutmöglichkeiten am Rande landwirtschaftlicher Flächen nutzt und fast ausschließlich auf Feldern nach Nahrung sucht.

Für die Untersuchungen wurden zwei landwirtschaftliche Betriebe gewählt, von denen der eine nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes und der andere konventionell bewirtschaftet wurden. Das Vorhaben wurde vom Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft im Auftrage des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaften und Forst durchgeführt.

---

\*Der vorliegende Artikel ist eine Teilveröffentlichung aus einer noch nicht abgeschlossenen Dissertation.  
Er ist bewußt knapp gehalten und erhebt keinen Anspruch auf umfassende Berichterstattung.

## MATERIAL UND METHODEN

Das Untersuchungsgebiet liegt im Landkreis Goslar im nördlichen Harzvorland. Für die Untersuchungen standen zwei nicht unmittelbar benachbarte, insgesamt 620 und 340 ha große Betriebe zur Verfügung, von denen jeweils etwa 240 ha bereits seit 1983 für das Modellvorhaben "Vergleichsbetriebe für den integrierten Pflanzenschutz im Ackerbau" als Versuchsflächen genutzt wurden. Beide Betriebe wurden i.a. mit einer dreigliederigen Fruchtfolge bewirtschaftet: Winterweizen, Wintergerste, Winterraps oder Zuckerrüben.

Betrieb 1: Kloostergut Wöltingerode

150 bis 190 m üNN, integrierte Bewirtschaftung,  
Intensität 1

Betrieb 2: Kloostergut Grauhof

5 km westlich von Kloostergut Wöltingerode,  
180 bis 230 m üNN, konventionelle Bewirtschaftung,  
Intensität 2

In den beiden Betrieben wurden im Untersuchungszeitraum unterschiedliche Aufwandmengen an Pflanzenschutzmitteln (kg bzw. l/ha) angewendet. Während die Gesamtmenge nur geringfügig differierte (Abb. 1), lag die Aufwandmenge einzelner Wirkstoffgruppen (z.B. Insektizide) in Betrieb 2 deutlich höher als in Betrieb 1 (Abb. 2).

Zur Ansiedlung von Feldsperlingen wurden 1983 auf beiden Betrieben Nistkästen der Fa. Schwegler mit 32 mm Fluglochdurchmesser aufgehängt. In den folgenden Jahren wurde regelmäßig der Brutvogelbestand registriert. Für die Überlassung der Daten möchte ich mich bei Herrn Köpp bedanken.

Im Untersuchungszeitraum vom Wirtschaftsjahr 1986/87 bis 1989/90 wurden folgende brutbiologische Parameter untersucht:

- mittlere Eizahl
- Schlupfrate
- Nestlingsverluste
- Ausflugrate

## ERGEBNISSE

Die 1983 aufgehängten Nistkästen wurden in Betrieb 1 sehr gut angenommen. In Betrieb 2 dagegen brütete im ersten Jahr nur ein und in den drei darauffolgenden Jahren kein Brutpaar. Das änderte sich sofort, als 1987 die Nistkästen an andere Plätze gehängt wurden (Abb. 3).

Es zeigten sich bei den beiden Feldsperlingspopulationen folgende brutbiologischen Unterschiede:

**a) mittlere Eizahl pro Gelege**

Die Eizahl pro Gelege war zwischen Betrieb 1 und 2 nicht signifikant unterschiedlich (Abb. 4). Mit 5,63 bzw. 5,47 Eiern pro Brutversuch wurden mit Literaturwerten vergleichbare Größen erreicht (Übersicht in GAUHL 1984).

**b) Schupfrate**

Die Schlupfrate, d.h. der Anteil der Eier, aus denen Küken geschlüpft sind, lag bei ca. 70%. Nur 1990 lag sie etwas niedriger (Abb. 5). Mehrere Vollgelege waren hier von den Altvögeln ohne feststellbare Gründe verlassen worden. Ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen den beiden Betrieben konnte nicht festgestellt werden.

**c) Nestlingsverluste**

Nestlingsverluste, d.h. Todesfälle von Jungvögeln zwischen Schlupf und Ausfliegen, schwanken zwischen den Untersuchungsjahren sehr stark (Abb. 7). Auffällig sind die 1989 in beiden Untersuchungsgebieten auftretenden Maxima. Die Verluste waren während der untersuchten Brutperioden in steigendem Maße auf Siebenschläfer und Haselmäuse zurückzuführen, die seit 1983 in den Nistkästen in beiden Gebieten stetig zunahmen und besonders bei Zweit- und Drittbruten deutlich zur Dezimierung der Jungvögel beitrugen. Die erwähnten Kleinsäuger kontrollierten in den letzten Jahren fast 1/4 aller Nistkästen.

Die Verlustrate an Nestlingen ist dabei direkt abhängig vom ersten Auftreten der Bilche. Der Zeitpunkt des ersten Nachweises in Nistkästen liegt je nach Jahr um einige Tage verschoben. Dabei kann schon ein um nur einen Tag früheres Auftreten des Bilches zum Verlust einer kompletten Kastenbrut führen, während ein um einen Tag verzögertes Eintreffen das unbeschadete Ausfliegen aller Jungvögel ermöglicht.

Hinweise auf Nestlingsverluste durch den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln lagen nicht vor.

**d) Ausflugsrate**

In Abb. 6 ist die Ausflugsrate, d.h. das Verhältnis flügger Jungvögel zu gelegten Eiern, dargestellt. Es wird deutlich, daß aus mehr als der Hälfte aller Eier flügge Feldsperlinge erwachsen sind. 1989 und 1990 war der Bruterfolg auf Betrieb 2 sogar erfolgreicher als in Betrieb 1 mit dem geringeren Pflanzenschutzmitteleinsatz.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden auch Nahrungsanalysen an nestjungen Feldsperlingen durchgeführt. Dabei wurde die Halsringmethode eingesetzt. Die Auswertung der gesammelten Nahrungsproben ergab, daß die Altvögel des Betriebs 2 1988 pro Zeiteinheit fast 1,5 mal so viele und 1989 mehr als 2,3 mal so viele Beutetiere verfütterten wie ihre Artgenossen im Betrieb 1. Die Größe der Beutestücke zeigte dagegen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsflächen. Somit kann von einer höheren Pflanzenschutzintensität nicht generell auf ein eingeschränktes Fütterungsverhalten bei den Feldsperlingen geschlossen werden.

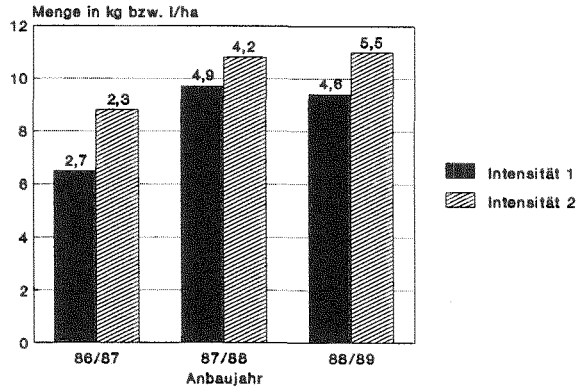


Abb.1 Mittlere PSM-Menge in den Vergleichsbetrieben und durchschnittliche Einsatzzahl (Zahlen über den Säulen) pro Anbaujahr

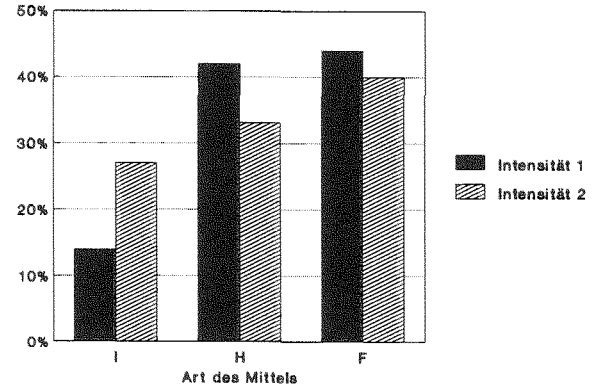


Abb.2 Verteilung der PSM auf Insektizide (I), Herbizide (H) und Fungizide (F)

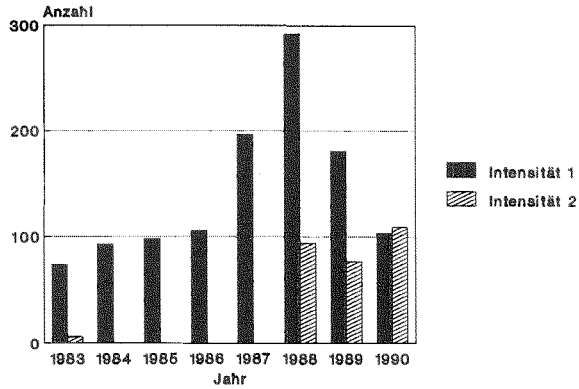


Abb.3 Flüge Feldsperrlinge

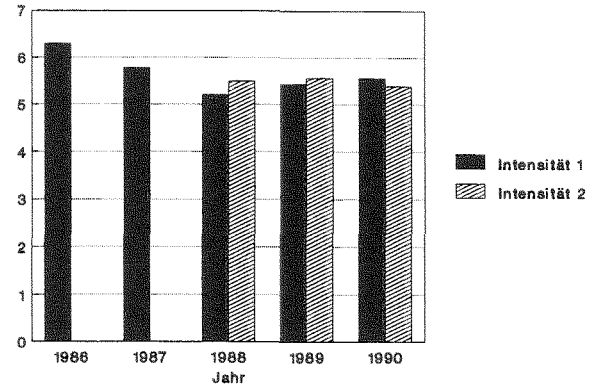


Abb.4 Mittlere Eizahl pro Gelege



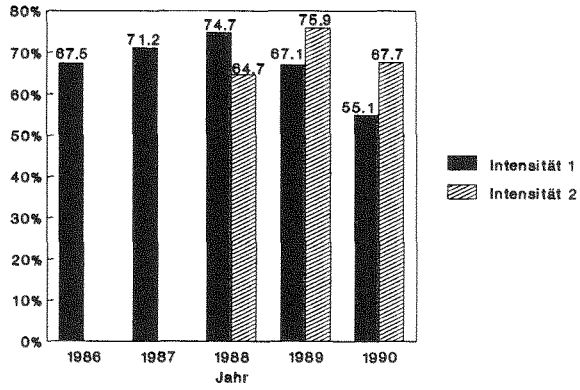


Abb.5 Schlüpftrate des Feldsperlings

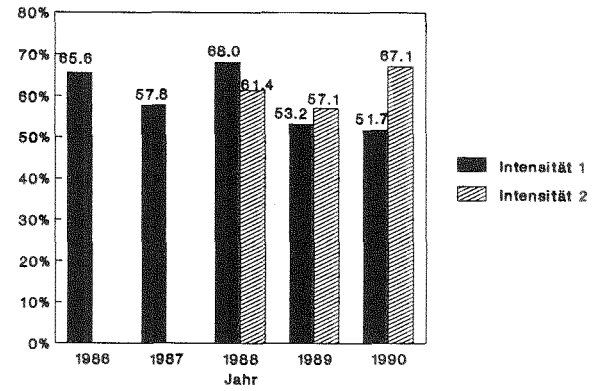


Abb.6 Ausflugsrate des Feldsperlings  
(in Bezug auf gelegte Eier)

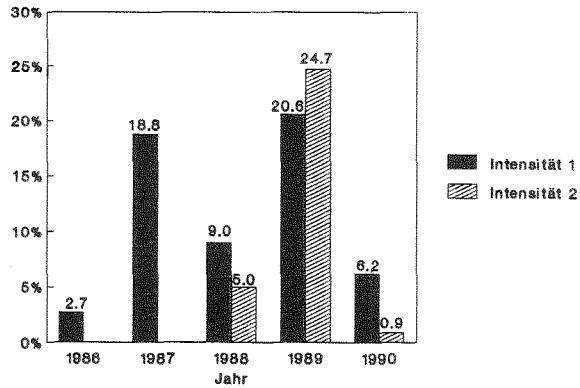


Abb.7 Nestlingsverluste des Feldsperlings

## DISKUSSION

Die Untersuchungen zur Brutbiologie des Feldsperlings in zwei landwirtschaftlichen Betrieben mit unterschiedlich hohem Insektizideinsatz, bezüglich Herbiziden und Fungiziden etwa vergleichbarem, insgesamt aber relativ hohem Pflanzenschutzmitteleinsatz, haben keine Unterschiede im Bruterfolg erkennen lassen. Die geringen Schwankungen bzw. Differenzen bei den genannten Brutparametern liegen im Bereich natürlicher Schwankungen, die durch zahlreiche Faktoren hervorgerufen werden können. Einzelne Parameter, wie z.B. die erwähnten Nestlingsverluste durch Bilche, können einen wesentlich stärkeren Einfluß auf das Brutgeschehen haben, als der in diesem Fall höhere Insektizideinsatz.

Auch das Angebot an geeigneten Nesthöhlen kann einen erheblichen Einfluß auf die Besiedlung eines Gebietes mit Feldsperlingen haben. Die Untersuchungen der Nistkastenstandorte in Betrieb 1 hatten ergeben, daß die Besiedlung und damit der Bruterfolg in gewissem Maße mit Standortparametern der Brutplätze korreliert ist (Tab. 1 aus STEINER et al. 1989). Es wurde festgestellt, daß die Brutergebnisse in Nistkästen, die von einem weit überhängenden Blätterdach beschattet wurden, hinsichtlich der Anzahl der Brutversuche, der gelegten Eier und der flüggen Jungvögel signifikant niedriger lagen als bei Nestern, die in Kästen an freien, helleren Plätzen gebaut wurden. Nachdem Kastenstandorte in Betrieb 2 entsprechend verändert worden waren, zogen Feldsperlinge in diese Kästen ein und kamen hier im gleichen Jahr auch zu erfolgreichen Bruten. Dabei besiedelten sie ohne Ausnahme auch in den beiden Folgejahren nur die Kästen an den neuen Standorten, die ihnen offensichtlich günstigeren Brutraum boten als die bereits seit 1983 hängenden Kastengruppen.

Tabelle 1 Rangkorrelationen nach SPEARMAN zwischen brutökologischen Daten und Brutplatzprägenden Strukturelementen, Wöltingerode

Jahr	Brutergebnis	Stamm- umfang	Baum- höhe	Über- dachung	Entfernung Kasten/Feld	rel.Richtung Flugloch zu Südost	rel.Licht- intensität am Flugloch	n
1987	Brutversuche	-	n.s.	- -	n.s.	n.s.	+ + +	31
	gelegte Eier	-	n.s.	- - -	n.s.	n.s.	+ + +	
	flügge Junge	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	+ + +	
1988	Brutversuche	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	+ + +	62
	gelegte Eier	n.s.	-	- - -	n.s.	n.s.	+ +	
	flügge Junge	n.s.	n.s.	- - -	n.s.	n.s.	+ +	
1984 bis	Brutversuche	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	+ +	3
	gelegte Eier	n.s.	+	-	n.s.	n.s.	+ +	
1987	flügge Junge	n.s.	n.s.	- -	n.s.	n.s.	+ +	

n.s. = nicht signifikant

+ / - =  $p \leq 0.05$

+ + / - - =  $p \leq 0.01$

+ + + / - - - =  $p \leq 0.001$

## ZUSAMMENFASSUNG

Trotz der unterschiedlich intensiven Wirtschaftsweise ist die Differenz zwischen den beiden Betrieben offensichtlich zu gering, um merkliche Auswirkungen auf den Bruterfolg der Feldsperlinge zu erhalten. Eine vergleichende Untersuchung von in der Bewirtschaftungsintensität wesentlich stärker verschiedenen Betrieben, z.B. von konventionellem Anbau und ökologischem Landbau, könnte möglicherweise deutlichere Unterschiede im Bruterfolg von Feldsperlingen ergeben. Sie müßten aber unter Berücksichtigung der angesprochenen Effekte u.a. durch Beutegreifer und Struktureinflüsse äußerst kritisch angesetzt, durchgeführt und diskutiert werden.

## LITERATUR

- GAUHL, F. (1984): Ein Beitrag zur Brutbiologie des Feldsperlings (*Passer montanus*). Vogelwelt 105: 176-187.
- STEINER, G., SCHÜTTE, F. und SCHÖBER, B. (1989): Brutplatzwahl und Bruterfolg des Feldsperlings (*Passer montanus*) in landwirtschaftlich genutzten Vergleichsbetrieben. Verh. Ges. f. Ökol. (Göttingen) 18: 799-805.

Anschrift des Verfassers: Gotthard Steiner, Schunterstraße 15, 3300 Braunschweig

**DER EINFLUß EINER AVIOCHEMISCHEN INSEKTIZIDBEHANDLUNG MIT DIMETHOAT AUF NAHRUNGSANGEBOT, VERHALTEN UND NESTLINGSENTWICKLUNG BEIM FELDSPERLING (*Passer montanus* L.)**

Effects of the application of the insecticide dimethoate from aircraft on food supply, behaviour, and development of nestlings in tree sparrows (*Passer montanus* L.)

BERND UND MARION RIEDEL

ehemals Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der  
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR,  
Ornithologische Forschungsstelle Seebach

**Abstract**

The chemical treatment of summer wheat with dimethoate from aircraft resulted within 2 days in a drastic reduction of the food supply for field sparrow nestlings. Adult field sparrows obtained food for the nestlings mainly from the treated field, where increased feeding activity was observed. The consequent contamination in the nestlings could be monitored by measuring acetylcholinesterase activity in the brain. The composition of the nestlings' food source was only slightly modified by the effects of the treatment. Mortality of the nestlings, due to the insecticide applied, was not observed. Such investigations allow the side-effects of pesticides on birds to be identified on a species level.

Laboruntersuchungen zur vogeltoxikologischen Bewertung von phosphororganischen Insektiziden erbrachten grundsätzliche Aussagen im Modell (RIEDEL & PALLUTT 1989).

Im Falle der phosphororganischen Insektizide wird ein Grenzbereich hinsichtlich Interpretation besprochen, wo Bewertungen auf der Basis von Laboruntersuchungen nicht mehr sicher erfolgen können. Direkte subletale Intoxikationen könnten im Freiland als Verhaltens- und/oder Reproduktionsstörungen kurzfristig auftreten, wobei die reale Wirkstoffaufnahme in ihrer Höhe und zeitlichen Dynamik nicht bekannt ist. Zusätzlich sind indirekte Wirkungen durch die zu erwartende Nahrungsverknappung, speziell deren Ausmaß und Kompensationsmöglichkeit, auf großräumigen Agrarflächen noch nicht erfaßt worden.

Die Bewertung der ökologischen Relevanz beider Wirkrichtungen erforderte somit Erhebungen im Rahmen praxisüblicher Pflanzenschutzmaßnahmen. Der Feldsperling als Untersuchungsobjekt bot sich aus verschiedenen Gründen an (vergl. BUSCHMANN 1989).

Die Applikation bestimmter Insektizide, so auch des Präparates Bi 58 EC mit dem Wirkstoff Dimethoat [0,0-Dimethyl-S-(2-oxo-3-aza-butyl)-dithiophosphat], war mit Bodenfahrzeugen und in bestimmten Kulturen auch mit Luftfahrzeugen zugelassen (Anonymus 1989). Bei den üblichen Vektorenbekämpfungen im Getreide mit Luftfahrzeugen war eine großflächige Kontamination mit einer geringen Ausweichmöglichkeit für die untersuchten Vögel gegeben. Damit waren

drastischere Effekte gegenüber dem Einsatz mit Bodenfahrzeugen zu erwarten.

Zusätzlich fielen die Vektorenbekämpfungen zeitlich in die Zweitbrut des Feldsperlings, meist in die Phase der Nestlingsentwicklung.

## MATERIAL UND METHODEN

Feldsperlinge wurden auf altobstbestandenen Feldrandstreifen mittels Nistkästen angesiedelt.

Als Untersuchungsfläche diente ein direkt angrenzendes Feld mit Sommerweizen, das am 30.06.1988 gegen 6.00 Uhr mit 1,5 Liter Bi 58 EC/ha per Luftfahrzeug besprüht wurde. Durch die Abdrift wurde auch der Ackerrandstreifen betroffen. Der Untersuchungsfläche und dem Ackerrandstreifen gegenüber lag, durch einen Weg getrennt, ein Feld mit Mais. Als Vergleichsfläche wurde ein großes, unbehandeltes Areal Winterweizen gewählt, das an ein anderes mit Feldsperlingen besetztes Revier heranreichte.

Das potentielle Nahrungsangebot auf den Feldern und Ackerrandstreifen wurde jeweils gegen Mittag durch Kescherfänge (je Probe 100 Doppelschläge; 40 cm Durchmesser) erfaßt.

Die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung wurde über Halsringproben ermittelt. Die Nestlinge wurden täglich auf 0,5 g genau einzeln gewogen. An ausgewählten Nistkästen erfolgten visuelle Beobachtungen zur Aktivität der Feldsperlinge am Nistkasten und zum Ort der Nahrungssuche.

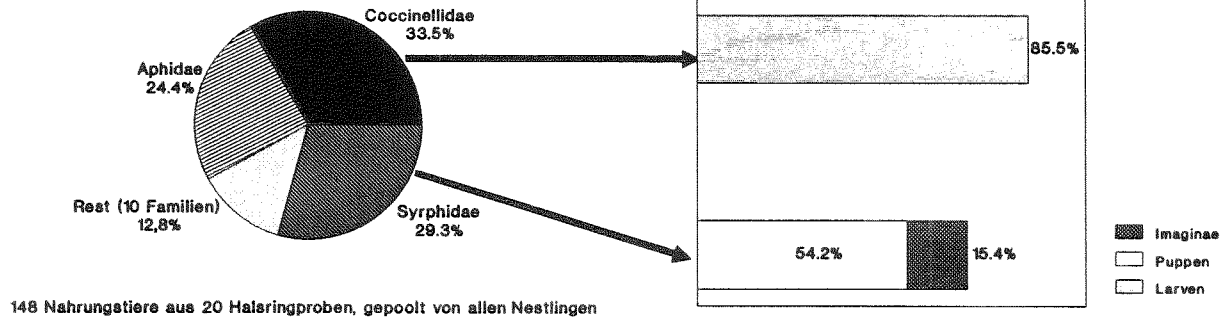
Bei Nestlingen bestimmter Nistkästen wurde unter Beachtung gleichen Alters die Aktivität der Acetylcholinesterase im Hirn bestimmt (ELLMANN et al. 1961). Bei Reduktion der Aktivität des Enzyms kann auf eine Intoxikation der Nestlinge geschlossen werden.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Der Feldsperling nutzt während der Zweitbrut in getreidenahen Niststandorten besonders die Entwicklungsstadien von Coccinelliden und Syrphiden sowie adulte Aphiden als Nestlingsnahrung (GRÜN 1964) (Abb. 1).

Die Insektizidbehandlung per Luftfahrzeug reduzierte die im Sommerweizen existente Nestlingsnahrung drastisch innerhalb von 2 Tagen (Abb. 2). Auf dem nistkastenbehangenen Ackerrandstreifen brach das artenreichere Insektenangebot bereits nach gut einem Tag zusammen, so daß der Ackerrandstreifen schon kurz nach der Insektizidbehandlung als Ort zur Entnahme von Nestlingsnahrung im Prinzip vollständig ausfiel. Das dem Untersuchungsgebiet gegenüber befindliche Maisfeld (Bewuchs ca. 40 bis 50 cm hoch) bot für die Feldsperlinge bereits vor der Insektizidbehandlung kein attraktives Nahrungsangebot. Auch nach dem Zeitpunkt der Behandlung enthielt es nur ein quantitativ ungenügendes Insektenangebot mit einer für den Feldsperling nur uneffektiv nutzbaren Zusammensetzung (hauptsächlich diverse Dipterenfamilien und Chrysomeliden).

## a) in unbehandelten Revieren mit angrenzenden Getreidefeldern



## b) nach Behandlung mit 1.5l Bi 58 EC/ha mit Luftfahrzeug

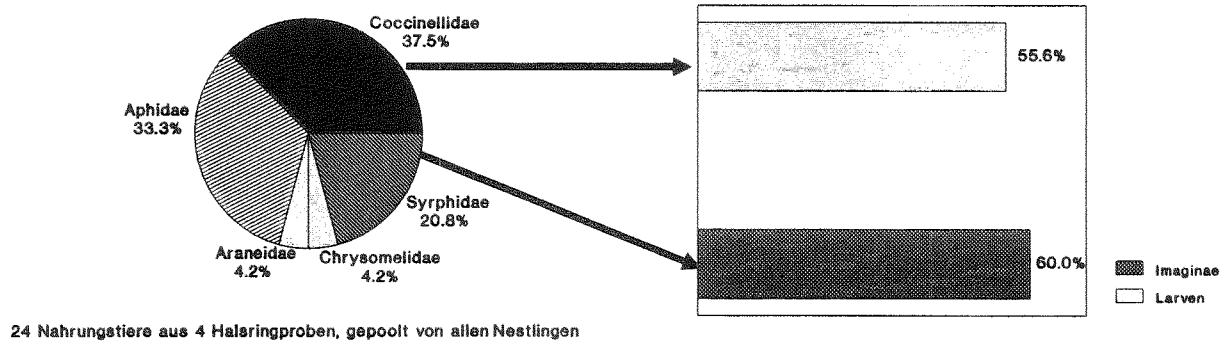


Abb.1 Nestlingsnahrung des Feldsperlings während der Zweitbrut 1988

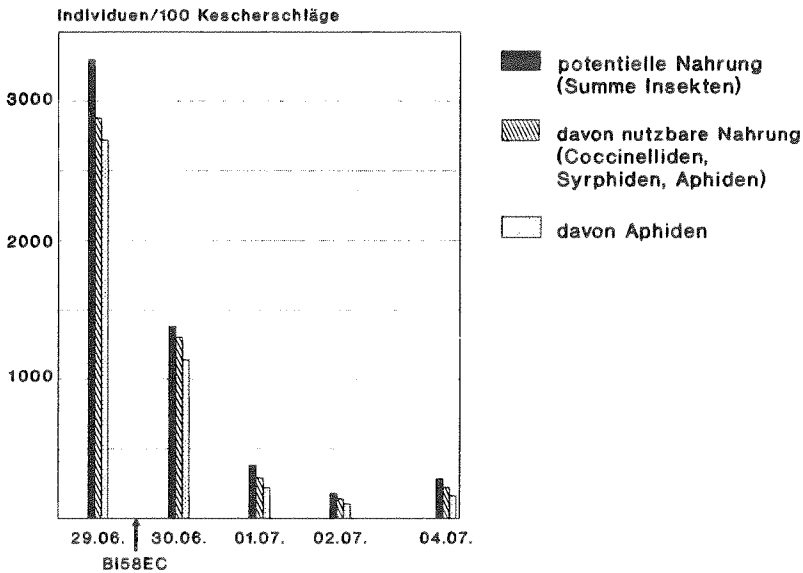


Abb.2 Angebot an Nestlingsnahrung im Hypergäum des Sommerweizens

Die registrierten Abflüge der adulten Feldsperlinge von den Nistkästen des Untersuchungsrevieres innerhalb einer Dauer von 2 Tagen nach der Behandlung (624 Minuten Beobachtungsdauer, insgesamt 128 Abflüge) spiegeln die oben dargestellten Nahrungsverhältnisse wider und verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Areale des Untersuchungsreviers:

89 % auf den behandelten Acker mit Sommerweizen

7 % auf den unbehandelten Acker mit Mais

4 % auf den behandelten Ackerrandstreifen mit Nistkästen

Daraus folgt eindeutig, daß die Feldsperlinge ihre Nestlinge hauptsächlich aus dem insektizidbehandelten Feld fütterten. Nur auf diesem Areal des Untersuchungsreviers war auch nach der Behandlung eine artgerechte Nestlingsnahrung, wenn auch in abnehmender Dichte (vergl. Abb. 2), vorhanden. Die Aufnahme von toten, vergifteten Nahrungstieren führen VICKERMANN & SUNDERLAND (1977) auf. In der vorliegenden Untersuchung war dieser Umstand ebenfalls ohne Nachweis gegeben, womit die Attraktivität des behandelten Feldes teilweise erklärt werden könnte. Andererseits wurde mit der Keschermethode nur der Insektenbestand in der oberen Schicht des Sommerweizens erfaßt. Gleichzeitige Barberfallenfänge zur Erfassung der Arthropoden-Aktivitätsdichte am Boden wurden nicht durchgeführt.

Auf die nach der Insektizidbehandlung abnehmende Nahrungsdichte mit attraktiver Zusammensetzung reagierten die adulten Feldsperlinge mit einer erhöhten Aktivitätsfrequenz vom Nistkasten zu den Orten der Nahrungssuche (Tab. 1). Erfolgreiche Suchflüge und die an einem Ort ungenügende Möglichkeit der Bildung von optimalen Nahrungsballen (spez. bei Aphiden) waren bei den registrierten Verhältnissen angezeigt.

Tab. 1 Aktivität adulter Feldsperlinge am Nistkasten in Beziehung zur Insektizidbehandlung mit Bi 58 EC

	Anzahl der beobachteten Nistkästen	Beobachtungs- zeit (Minuten)	Abflüge/ Stunde
29.06.88	3	180	2,38
Behandlung mit Bi 58 EC			
30.06.88	2	278	4,00
01.07.88	2	346	7,54
04.07.88	1	86	2,79

Die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung wurde annähernd unverändert beibehalten, doch führte die geringere Dichte an artgerechter Nestlingsnahrung dazu, daß auch bis dahin selten genutzte Taxa wie *Arachnoidae* und *Chrysomelidae* sowie im stärkeren Maße adulte Syrphiden verfüttert wurden (Abb. 1). Mit den Nahrungstieren, also auch über vergiftete Insekten, wird der Wirkstoff Dimethoat eingetragen.

Rückstandsanalytische Untersuchungen an Nahrungstieren wurden nicht vorgenommen. In einer annähernd vergleichbaren Untersuchung (VICKERMAN & SUNDERLAND 1977) wurden 18 ppm Dimethoat in adulten Coccinelliden nach der Behandlung ermittelt.

Der erfolgte Eintrag des Wirkstoffes mit der Nestlingsnahrung wird an Hand der ermittelten Aktivität der Acetylcholinesterase im Hirn ausgewählter Nestlinge bestätigt. Eine kurzfristige und deutliche Hemmung der Enzyme im Hirn der Nestlinge war zu registrieren (Tab. 2).



Tab. 2 Aktivität der Acetylcholinesterase im Gesamthirn der Nestlinge infolge der Behandlung des angrenzenden Feldes, auf dem die Sperlingseltern Nestlingsnahrung suchten, mit Bi 58 EC (in:  $\mu\text{mol/s} \times \text{l}$ ; standardisiertes Alter der Nestlinge: 8 Tage, Median und Spannweite; jeweils 3 Nestlinge)

Untersuchungs- zeitpunkt	Aktivität des Enzymes	
	Behandlungsfläche	Vergleichsfläche
Tag der Behandlung	19,4 (19,4-32,2) *	29,1 (22,6-42,1)
2 Tage nach Behandlung	16,2 (12,9-16,2) *	28,5 (25,6-41,5)
4 Tage nach Behandlung	19,4 (16,2-22,9)	19,4 (16,2-22,6)

\*: signifikant zur Vergleichsfläche ( $\alpha = 0,200$ ; U-Test nach Mann und Whitney)

Trotz der Hemmung der Aktivität der Acetylcholinesterase im Hirn der Nestlinge und dem verminderten Angebot an Nestlingsnahrung auf dem behandelten Feld war das Wachstum der Nestlinge nach der Behandlung unverändert. Während der Untersuchung im Jahre 1988 wurden die Nestlinge im Alter von 7 bzw. 8 Tagen nach dem Schlupf mit der Behandlung konfrontiert. Zur Erweiterung des Stichprobenumfangs und zur Verlegung der Behandlung mit Dimethoat in eine frühere Phase der Nestlingsentwicklung wurde eine analoge Behandlung eines Feldes mit Winterweizen im Jahre 1989 genutzt. In jenem Jahr wurden die Nestlinge unmittelbar während des Schlupfes oder einen Tag danach mit dem Wirkstoff über die Nestlingsnahrung belastet. Auch hier zeigten sich in keiner Phase der Entwicklung Differenzen zur Nestlingsentwicklung in unbehandelten Arealen. Eine wirkstoffbedingte Mortalität der Nestlinge war in beiden Untersuchungsjahren nicht nachzuweisen.

Die vorliegende Untersuchung zeigt die Kompliziertheit der Wirkung einer aktuellen Anwendung eines Pflanzenschutzmittels auf eine Vogelart in ihrer ganzen Komplexität. In derartige Untersuchungen, für die sich der Feldsperling als Untersuchungsobjekt bewährt hat, müssen zusätzlich rückstandsanalytische Untersuchungen eingebaut werden, um die Stufe der Belastung der Art in zeitlicher Dynamik allen Laboruntersuchungen innerhalb und außerhalb der Zulassung gegenüberstellen zu können. Bei derartigen Untersuchungen sollte, wie im vorliegenden Beispiel, die höchstmögliche Belastung hinsichtlich Aufwandmenge und Anwendungsbereich gewählt wer-

den, um Sicherheiten für andere, weniger belastete Einsatzgebiete ableiten zu können. Die Untersuchungsmethodik muß den Einsatzumständen und dem Wirkstoff angepaßt werden. Jede methodische Vorschrift muß modifizierbar sein.

Die aufgezeigten Kompensationsmöglichkeiten sind in Laboruntersuchungen nicht zu erkennen. Aus diesem Grunde haben derartige Untersuchungen einen hohen Stellenwert in der Erkennung der direkten Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen im Rahmen der intensiven Bearbeitung auf Artebene. Derartige Untersuchungen ersetzen jedoch kein artübergreifendes Monitoring, in dem auch indirekte und weitere nicht mit dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zusammenhängende Wirkungen erfaßt werden können.

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine aviochemische Behandlung mit Dimethoat im Sommerweizen verursachte eine drastische Abnahme des Nahrungsangebotes für Nestlinge innerhalb von zwei Tagen. Die Feldsperlinge entnahmen die Nestlingsnahrung hauptsächlich vom behandelten Feld mittels erhöhter Aktivität und kontaminierten dabei die Nestlinge, was an Hand der Aktivität der Acetylcholinesterase im Hirn der Nestlinge nachgewiesen werden konnte. Die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung wurde nur geringfügig verändert. Eine wirkstoffbedingte Mortalität der Nestlinge war in beiden Untersuchungsjahren nicht nachzuweisen. Durch derartige Untersuchungen können Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln gegenüber Vögeln auf der Artebene erkannt werden.

## LITERATUR

- Anonymus (1989): Pflanzenschutzmittelverzeichnis der DDR, - Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- BUSCHMANN, J. (1989): Der Feldsperling - eine Modellvogelart für ökotoxikologische Untersuchungen. - In: BEITZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten in der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 70-75.
- ELLMAN, G.L., COURTNEY, U.D., ANDERS, W. & FEATHERSTONE, R.M. (1961): A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* 7: 88-95.
- GRÜN, G. (1964): Untersuchung zur Ökologie und wirtschaftlichen Bedeutung des Feldsperlings, *Passer montanus* L., unter besonderer Berücksichtigung seiner Ernährungsweise. Diss. Univ. Greifswald.
- RIEDEL, M. & PALLUTT, W. (1989): Direkter toxischer Einfluß von ausgewählten phosphororganischen insektiziden Wirkstoffen - Ableitungen und Schlußfolgerungen aus langfristigen Expositionsstudien an Japanwachteln. In: BEITZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten in der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 76-80.
- VICKERMAN, B.P. & SUNDERLAND, K.D. (1977): Some effects of dimethoate on arthropods in winter wheat. - *J. Appl. Ecol.* 14: 767-777.

Anschrift der Verfasser: Dr. Bernd Riedel und Marion Riedel, Lindenhof 3, O-5701 Seebach

## SAATGUTBEHANDLUNG BEI RAPS UND VOGEL- GEFÄHRDUNG

Seed treatment of rape seed and its hazard to birds

Detlef HÄNISCH<sup>1)</sup> und Hubert GEMMEKE<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde  
der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster

<sup>2)</sup>Biologische Bundesanstalt, Institut für Nematologie und  
Wirbeltierkunde, Münster

### Abstract

Rape seed treated with insecticides (Carbosulfan, Isofenphos) is very toxic to birds. After dead birds (finches) had been found on fields sown with rape seed in late summer 1986, observations were made in test fields on bird populations, on the quality of seed drilling, and on the potential hazard of film coated rape seed to birds. The quality of drilling was unsatisfactory in both light and heavy soils. Only few birds were recorded searching for food on rape fields. Dead birds were found neither on the fields nor in the surrounding area. In general, coated rape seed is not considered to be dangerous to birds under normal field conditions. However, some rape seed usually remains accessible on the soil surface. This means that toxic effects on birds cannot completely be excluded, as the pelleting coat may become worn off in the forestomach when exposed to gut grit.

### EINLEITUNG

Im süddeutschen Raum kam es im Spätsommer 1986 in den Kreisen Coburg, Fulda, Trier und Main-Kinzig zu einem auffälligen Vogelsterben (ROBBACH 1992). Da Kleinvögel verschiedener Arten auf oder in der Nähe von frisch eingesäten Rapsfeldern verendeten, bestand der Verdacht, daß sie sich durch Aufnahme von Rapssaatgut vergiftet hatten. Raps wird in der Regel mit einem Fungizid und einem Insektizid ummantelt (inkrustiert). In diesem Zusammenhang interessieren die beiden üblicherweise verwendeten insektiziden Wirkstoffe Carbosulfan (Carbamat) und Isofenphos (Phosphorsäureester), die für Vögel sehr giftig sind (PERKOW 1988; HILGIB et al. 1987). Die Biologische Bundesanstalt hat bei der Zulassung des Verfahrens zur Auflage gemacht, daß auf die Giftigkeit des inkrustierten Saatgutes hingewiesen wird und daß eine gründliche Einarbeitung erreicht werden muß. Damit soll sichergestellt werden, daß nach der Saat keine Rapskörner offen auf der Ackeroberfläche liegen bleiben.

Da bei den toten Vögeln 1986 nicht eindeutig festgestellt werden konnte, welcher der beiden Wirkstoffe für die Vergiftungen verantwortlich war, wurden gemeinsam vom Institut für

Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt und der Gruppe 51 des Institutes für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in den Jahren 1987-1989 Praxisversuche durchgeführt, die folgende Fragen klären sollten:

1. Sind die Auflagen der Biologischen Bundesanstalt einhaltbar bzw. werden sie eingehalten ?
2. Welche Vögel finden sich auf frisch eingesäten Rapsfeldern ein?
3. Nehmen sie Saatgut auf und sind Vergiftungserscheinungen zu beobachten?

## **MATERIAL UND METHODE**

Es wurden in den Jahren 1987 bis 1989 je zwei bzw. drei Flächen (2-8 ha) mit angrenzenden Hecken oder Waldstreifen im Raum Münster ausgesucht. Die Auswahl sowohl sandiger als auch lehmiger Böden sollte die eventuell unterschiedliche Einarbeitungsqualität des Saatguts zeigen. Die Aussaat der Rapsorte Arabella mit dem Wirkstoff Carbosulfan (1,13 %) in hellblauer Einfärbung erfolgte unter Praxisbedingungen. Die Qualität der Einarbeitung des Saatguts ermittelten wir durch Zählung offen liegender Rapskörner unmittelbar nach der Aussaat auf 1 m<sup>2</sup> großen Teilflächen. Zusätzlich überprüften wir auf 0,1 m<sup>2</sup> großen Teilflächen, ob auf der Oberfläche liegende Körner bis zur Keimung liegen bleiben oder verschwinden.

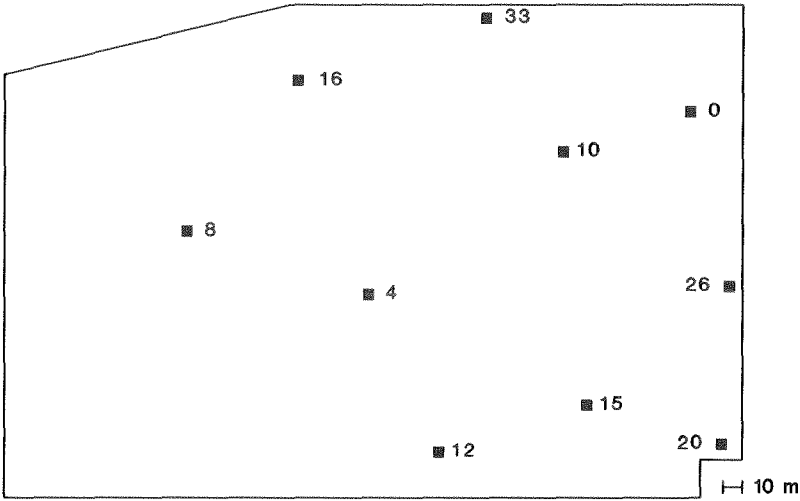
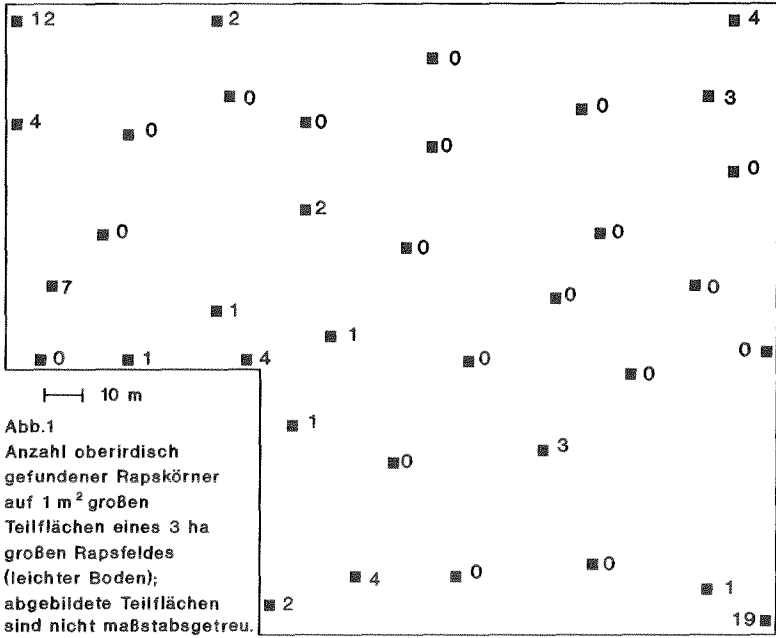
Mehrere ornithologisch geschulte Personen registrierten vormittags von ca. 7.00 - 12.00 Uhr und nachmittags von ca. 15.00 - 19.00 Uhr in Beobachtungszelten und PKW's die auf den Rapsfeldern oder in ihrer Nähe auftretenden Vogelarten.

Nach Beendigung der Beobachtung erfolgte täglich auf den Schlägen und in ihrer Umgebung die Suche nach verhaltensauffälligen oder toten Vögeln.

## **ERGEBNISSE**

### **Qualität der Einarbeitung des Saatgutes**

Das von den Landwirten und Lohnunternehmern ausgebrachte Rapssaatgut war nicht immer genügend eingearbeitet. Deutliche Unterschiede zeigten sich zwischen sandigen bis sandig-lehmigen Böden und schweren, lehmigen Flächen. Während auf den feinkrümeligen Feldern wenige, gelegentlich aber auch viele Rapskörner, hauptsächlich im Randbereich, offen lagen (Abb. 1), war auf schweren, grobscholligen Böden keine sorgfältige Einarbeitung, auch nicht in der Feldmitte, möglich (Abb. 2). Insbesondere waren Vorgewende, Ecken und Fahrspuren betroffen. Innerhalb der Beobachtungszeit verschwanden bis zu 40 % der offen liegenden Rapskörner (Abb. 3).



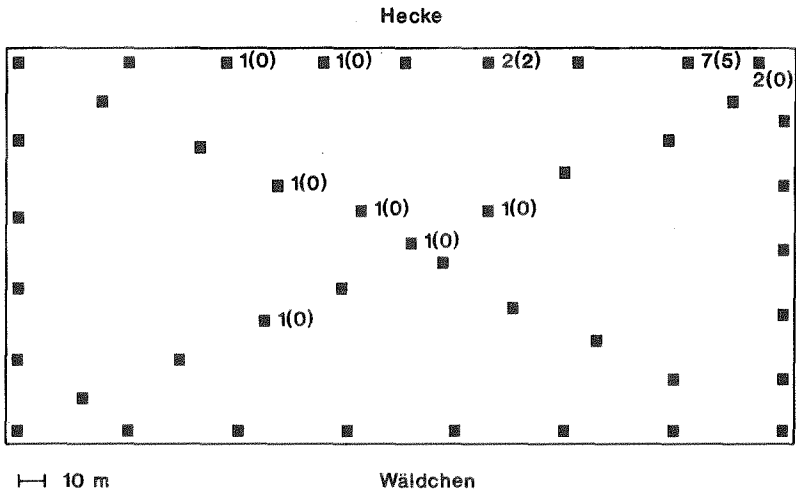


Abb.3

Anzahl offener Rapskörner auf 0,1 m<sup>2</sup> großen Teilflächen kurz nach der Aussaat ( Zahlen neben den schwarzen Quadraten, Quadrate ohne Zahlen = 0 ) und nach 6 Tagen ( Zahlen in Klammern ); abgebildete Teilflächen sind nicht maßstabsgetreu.

### Vogelbestand

In den drei Beobachtungsjahren waren frisch eingesäte Rapsfelder für Vögel wenig attraktiv. Nur gelegentlich besuchten eine größere Anzahl von Ringeltauben, verwilderten Haustauben und Fasane die Felder, in einem Jahr auch Steinschmätzer und Bluthänflinge. In angrenzenden Hecken hielten sich zeitweise Schwärme von Buchfinken, Goldammern, Feldsperlingen und Grünfinken auf.

Die Tab. 1-3 zeigen alle im Beobachtungszeitraum aufgetretenen Vogelarten. Es wurde nicht zwischen Insekten- und Körnerfressern sowie Beutegreifern unterschieden.

Arten	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.
Ringeltaube	4	14	5	3	2	3	2	9			3
Haustaube			4								
Fasan			3								
Elster			6								

Tab.1 Vogelbestand auf einem 3 ha großen, frisch eingesäten Winterrapsfeld (1987)  
Anzahl Individuen in neun Beobachtungsstunden

Arten	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.
Ringeltaube			2	4							
Haustaube		9									
Turteltaube	1				1						
Fasan									8	12	
Elster	6										
Haussperling						9		20			
Buchfink						1		2			
Goldammer						1					
Bachstelze	ständig mehrere										

Tab.2 Vogelbestand auf einem 3,5 ha großen, frisch eingesäten Winterrapsfeld (1987)  
Anzahl Individuen in neun Beobachtungsstunden

Arten	2.9.	3.9.	4.9.	5.9.	6.9.	7.9.	8.9.	9.9.	10.9.	11.9.	12.9.	13.9.	14.9.
Ringeltaube	4	10	1		2	7			4	1			
Haustaube									2				
Rabenkrähe			2		2	20				7	1		
Steinschmätzer									1				
Bluthänfling									5			6	
Star									5				
Bachstelze					5						5		
Kiebitz						20			39				
Turmfalke				1									
Sperber						1				1			
Roter Milan							1						
Mäusebussard					1								

Tab.3 Vogelbestand auf einem 8 ha großen, frisch eingesäten Winterrapsfeld (1987)  
Anzahl Individuen in neun Beobachtungsstunden

### Saatgutaufnahme

Eine Aufnahme der Rapskörner durch Vögel war nicht feststellbar. Pickbewegungen machten nur Tauben und Krähen. Im gesamten Beobachtungszeitraum waren weder Verhaltensauffälligkeiten noch Todesfälle bei Vögeln nachweisbar.

### DISKUSSION

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß selbst bei sorgfältiger Saatguteinarbeitung in feinkrümelige Böden Rapskörner offen auf der Ackerfläche liegen bleiben. Es ist deshalb eine Gefährdung von Vögeln, die von Sämereien leben, nicht ausgeschlossen, auch wenn im gesamten Beobachtungszeitraum keine Verhaltensstörungen oder Todesfälle bei den verschiedenen Vogelarten registriert worden sind.

Von den verschwundenen, vorher offen liegenden Rapskörnern kann nicht gesagt werden, wo sie verblieben sind. Sicher ist ein Teil von ihnen auf einem Versuchsfeld wegen schlechter Witterung eingeschlämmt und bedeckt worden. Übrig gebliebene Schalenreste einiger Körner sprechen aber auch für die Aufnahme durch z.B. Grünfinken, die häufig die Samenschalen der Rapskörner ablösen.

Ob die von dem inkrustierten Rapssaatgut ausgehende Vogelgefährdung tolerierbar ist, läßt sich



schwer beurteilen. Die scheinbar geringe Attraktivität eines frisch eingesäten Rapsfeldes, sowie das Fehlen neuer Vergiftungsfälle in den letzten Jahren bei sich ständig erweiterndem Rapsanbau sprechen für ein geringes Risiko.

Sieht man zudem von dem auffälligen Vogelsterben (Grünfinken, Bluthänflinge, Feldsperlinge, Buchfinken) im Jahre 1986 ab, sind Verhaltensstörungen und Einzeltodesfälle schwer nachweisbar. So ist die Suche nach toten Vögeln langwierig und wenig erfolgreich, wenn die Tiere nicht direkt auf dem Feld oder in dessen Nähe sterben. Wichtig für eine Bewertung ist auch, daß zur üblichen Saatzeit des Rapses im August die Hauptbrutzeiten der Vögel vorüber sind, und mögliche negative Auswirkungen auf spätere Generationen kaum zu erwarten sind. Weiterhin ist es bei Teilziehern und Ziehern unter den verschiedenen Vogelarten sehr schwer, Aussagen über ihre Verluste oder die durch Wirkstoffaufnahme verursachte Schwächung bzw. Verhaltensstörungen der Tiere zu machen und damit den Einfluß der Präparate auf die Population abzuschätzen.

Es stellt sich schließlich die Frage, ob das Saatgut immer mit einem Insektizid versehen werden muß. Der Sinn der Inkrustierung mit einem Insektizid liegt vor allem im Auflaufschutz des Rapses und dem ersten Schutz seiner jungen Blätter gegen den Rapserrdflohkäfer (Fam. *Chrysomelidae*). Ein Vorteil ist der geringere Pflanzenschutzmittelaufwand pro Hektar gegenüber einem Spritzmittel.

Leider ersetzt aber die Inkrustierung nicht die spätere Spritzmaßnahme. In Westfalen-Lippe sind die Käfer in der Regel erst weit nach Rapsauflauf im Oktober in größeren Zahlen vorhanden. Erst dann ist eine Bekämpfung überhaupt sinnvoll. Durch Unterbindung der Eiablage soll der Fraß der sonst in Sproß und Blattstielen nicht mehr erreichbaren Larven verhindert werden. Die Inkrustierung ist zu diesem Zeitpunkt nicht mehr wirksam.

Aber auch bei sehr frühem Auftreten der Rapserrdflohkäfer ist der Schutz durch Inkrustierung nach unseren Beobachtungen häufig so unvollständig, daß später im Jahr die Bekämpfungsschwelle (mehr als 10 % der Blattmasse vernichtet) erreicht und der Einsatz eines Spritzmittels erforderlich wird. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob es nicht sinnvoller ist, auf die Insektizidkomponente der Inkrustierung zu verzichten und damit eine Gefährdung von Vögeln und anderen Tieren auszuschließen. Etwas Geld ließe sich dadurch auch noch einsparen. Die Überwachung des Auftretens von Rapserrdflohkäfern mit Gelbschalen und die dann nur bei Bedarf durchgeführten Insektizidspritzungen entsprechen besser dem Konzept des integrierten Pflanzenschutzes.

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit Insektiziden (Carbosulfan, Isofenphos) gebeiztes Winterrapssaatgut ist für Vögel hochtoxisch. Nachdem im Spätsommer 1986 auf verschiedenen Rapsschlägen tote Finkenvögel gefunden wurden, sind in den vier darauffolgenden Jahren Freilandversuche mit gebeiztem Winterrapssaatgut unter Praxisbedingungen durchgeführt worden. Dabei sollten Fragen zur Qualität der Einarbeitung des Saatgutes, zum Vogelbestand und zum Umfang eventueller Vogelvergiftungen geklärt werden. Die Versuche haben gezeigt, daß die Einarbeitung des Saatgutes sowohl auf schweren als auch auf leichten Böden unbefriedigend ist. Die Zahl der Vögel, die auf den frisch

ingesäten Feldern nach Nahrung sucht, ist sehr gering. Tote Vögel wurden trotz intensiver Suche auf den Versuchsfeldern und in der näheren Umgebung nicht gefunden. Die Versuche haben deutlich gemacht, daß nach der Aussaat von gebeiztem Winterraps normalerweise keine Vogelvergiftungen vorkommen. In Ausnahmesituationen ist dies allerdings möglich, da stets Rapskörner offenliegen und für Vögel zugänglich sind.

## LITERATUR

HILBIG, V., MECHLER, U. & ZARNECKE, I. (1987): Gefährdung von Wildenten durch gebeizten Saatmais. Bundesgesundhbl. 30: 381-391.

PERKOW, W. (1988): Wirksubstanzen der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Parey, Berlin und Hamburg.

ROßBACH, R. (in diesem Band).

Anschrift der Verfasser: Dr. Detlef Hänisch, Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, 4400 Münster, Nevinghoff 40; Dr. Hubert Gemmeke, Biologische Bundesanstalt, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, 4400 Münster, Topheideweg 88

## DIE ANWENDUNG VON INKRUSTIERTEM RAPSSAATGUT AUS DER SICHT DES VOGELSCHUTZES

The use of film coated rape-seed from the aspect of bird protection

BERND RIEDEL <sup>1)</sup>, KATHRIN WOLF <sup>2)</sup> und HEINZ LITZBARSKI <sup>3)</sup>

<sup>1), 2)</sup>ehemals Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Ornithologische Forschungsstelle Seebach

<sup>3)</sup>Landesumweltamt Brandenburg, Naturschutzstation Buckow

### Abstract

Film coated rape seed is not a particularly attractive source of food for birds. However, if the highly toxic insecticide component Isofenphos is used, sublethal or even lethal effects can result when small birds digest the smallest amount of seed. It is therefore necessary to ensure that film coated seed is properly worked into the soil when used.

Eine Saatgutbehandlung mit Agrochemikalien bietet sowohl agrotechnisch als auch öko-toxikologisch Vorteile gegenüber Spritzbehandlungen (PALLUT 1989). Jedoch kann als Nebenwirkung wegen der hohen Konzentration der Wirkstoffe auf dem Saatgut, sofern dieses für Vögel attraktiv ist, eine individuell erhöhte Vogeltoxizität auftreten.

Die agrochemische Saatgutbehandlung hat hinsichtlich des Anwendungsumfanges im Getreide und aktuell auch im Winterraps und bei der Zuckerrübe vorrangige Bedeutung. Eine Bewertung der Rübensaatgutpillierung erfolgte aus der Sicht des Vogelschutzes (RIEDEL 1989a), zumal wie beim Rapssaatgut ein hochtoxischer Wirkstoff eingesetzt wird (RIEDEL 1989b). Wenige Informationen liegen zur Bewertung des agrochemisch behandelten Rapssaatgutes vor (GEMMEKE 1988). Aus diesem Grunde soll die vorliegende Untersuchung die Problematik sowohl unter dem toxi-kologischen Aspekt als auch aus der Sicht der Ausbringung sowie der potentiellen Aufnahme betrachten. Die vogeltoxikologische Bewertung der Inkrustierung von Winterraps muß die toxikologische Untersuchung der Einzelkomponenten und die Wechselwirkung zwischen beiden Kombinationspartnern beinhalten. Über eine Abschätzung der Nahrungsattraktivität des Saatgutes für Vögel und eine Relativierung der toxikologischen Ergebnisse mit den gesetzlich fixierten Aufwandmengen ist eine Bewertung unter Laborbedingungen in einer ersten Näherung möglich (GRÜN et al. 1982).

## MATERIAL UND METHODEN

Die toxikologischen Prüfungen an Japanwachteln erfolgten mit Thiram (Wirkstoffgehalt 98 %; Berlin-Chemie GmbH) und Isofenphos (Wirkstoffgehalt 92 %; Berlin-Chemie GmbH).

Die Kombination der Wirkstoffe wurde in folgenden Dosierungen geprüft:

- akute Toxizität ( $LD_{50}$  mg/kg Körpermasse):

Thiram 0; 300; 600; 2000;

Isofenphos 0; 2; 6; 14;

- subakute Toxizität (5-Tage- $LC_{50}$  mg/kg Futter)

Thiram 0; 1667; 5000;

Isofenphos 0; 70; 210; 490;

Zur Erfassung der Wechselwirkungen zwischen den Kombinationspartnern wurde ein Regressionsmodell gewählt, das grundsätzlich qualitative Aussagen zur Existenz von Wechselwirkungen erster Ordnung gestattet:  $y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_1x_2$

Die Prüfungen im Bereich der akuten und subakuten Toxizität erfordern Transformationen der eingesetzten Dosis (Logarithmierung und Zentrierung) und der Zielgröße (Probit-Transformation, vgl. WEBER 1986; BOIS et al. 1986).

Eine umfassende vogeltoxikologische Bewertung des Einsatzes dieses Saatgutes bedarf auch der Abklärung der Frage nach der realen Aufnahmemöglichkeit durch Vögel. Die prinzipielle Eignung der Japanwachtel als Modellvogelart auch für derartige Fragestellungen ist bereits bekannt (BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT 1981). Die vorgeschlagene Methodik konnte nur prinzipiell übernommen werden, da die Bedeutung der Existenz von Ausweichfutter abgeschätzt werden muß. Alle Wahlversuche erfolgten mit adulten männlichen Japanwachteln bei Einzeltierhaltung und bei einer Erfassung der Nahrungsaufnahme über 24 Stunden.

Der Einfluß der Saatgutbehandlung sowie der Existenz von Ausweichfutter auf die Annahme des Saatgutes wurde varianzanalytisch getrennt.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Ein Annahmeversuch mit inkrustiertem und unbehandeltem Rapssaatgut ergab, daß es in unbehandelter Form als Nahrungspartikel eine gewisse Attraktivität besitzt, aber infolge der Inkrustierung die Attraktivität um den Faktor  $> 5$  sinkt (Tab. 1). Bei fehlender Ausweichfütterung können Mengen bis in den subletalen Bereich aufgenommen werden. Als Symptome traten gesträubtes Gefieder, Ataxie, Salvation und Lethargie auf. Sowohl die Inkrustierung als auch die

Existenz des Ausweichfutters reduzieren die Aufnahme des Saatgutes (F-Test,  $p = 0,05$ ). Beide Faktoren haben den gleichen Stellenwert (Varianzanalyse: MQ: 254 gegenüber 266). Eine Aufnahme weniger Körner, die bei der Größe des Saatgutes auch für kleine Vogelarten in Frage kommt, kann aus dem Annahmeversuch nicht ausgeschlossen werden.

Beobachtungen am Futterplatz belegen ebenfalls eine vereinzelte Aufnahme von inkrustierten Rapskörnern (GEMMEKE 1988), jedoch nicht bei vorschriftsmäßiger Einarbeitung der Körner in den Boden (GRAU 1984).

Für gepudertes und inkrustiertes Saatgut ist im Ergebnis einer zusätzlichen Studie die gleiche Nahrungsattraktivität zu veranschlagen. Somit bringt die moderne Variante der Inkrustierung keinen Vorteil gegenüber dem früheren Verfahren (Tab. 2).

Tab. 1 Annahme von agrochemisch behandeltem Rapssaatgut durch Japanwachteln (Anzahl der Körner)\*

	inkrustiert	unbehandelt
Ausweichfutter: vorhanden	3,52 +/- 2,80 (12)	18,08 +/- 21,46 (12)
nicht vorhanden	8,24 +/- 3,20 (12)	1525 +/- 277 (6)

\*:arithmetisches Mittel +/- Standardabweichung (in Klammern: Anzahl der Wiederholungen)

Die Kontrolle von 4 Rapsschlägen mit je 10 Probeflächen zu 1 m<sup>2</sup> im Großtrappenschongebiet um Buckow 1988 ergab durchschnittlich 13,9 +/- 12,4 (Spannweite 0...52) aufliegende inkrustierte Rapskörner. Das entspricht ca. 12 % des eingesetzten Saatgutes. Damit wird die mediane letale Dosis für adulte Japanwachteln mit 13,2 Rapskörnern (95 % Konfidenzintervall 6,9...25,1) erreicht. Unter solchen Umständen ist eine Aufnahme toxisch relevanter Mengen nicht nur seitens der Nahrungsattraktivität, sondern auch vom Angebot her, zumindestens für kleine und mittlere Vogelarten, gegeben. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der toxikologischen Untersuchung der verwendeten Wirkstoffe sowie die Prüfung von Alternativen.

Die hohe akute Toxizität des inkrustierten Rapssaatgutes resultiert aus der mit hoher Aufwandmenge eingesetzten hochtoxischen Insektizidkomponente Isofenphos (16g/kg Saatgut, Tab. 3). Thiram spielt unter diesem Aspekt keine Rolle.

Tab. 2 Vergleich der Aufnahme von inkrustiertem und gepudertem Rapssaatgut (Median und Spannweite in g; Stichprobenumfang)

	unbehandelter Raps	inkrustierter Raps	gepudertes Raps
Ø Futteraufnahme vor der Applikation (3 Tage)	9,0 (5,0-15,7; 30)	9,4* 3,7-14,9; 30)	8,9* (4,2-14,9; 29)
1. Tag der Applikation	10,1 (7,1-15,2; 10)	0,1 (0-0,1; 10)	0,1 (0-0,1; 9)
2. Tag der Applikation	8,2 (4,7-13,2; 9)	0 (0-0,1; 8)	0 (0-0; 9)
3. Tag der Applikation	11,2 (4,9-16,5; 9)	0 (0-0,05; 8)	0 (0-0; 7)

\* unbehandeltes Rapssaatgut

Die mögliche Aufnahme von täglich 1 bis 2 Körnern durch eine herbivore Kleinvogelart wie z.B. Finken und Ammern würde bei vorausgesetzt annähernd gleicher Sensitivität wie bei der Japanwachtel zu Intoxikationen im subletalen und letalen Bereich führen. So erreicht eine Art mit 20-30 g Körpermasse bei Aufnahme von 2 inkrustierten Rapskörnern die mediane letale Dosis. Das entspricht bei einem täglichen Nahrungsbedarf von ca. 10 % der Körpermasse weniger als 1 % der benötigten täglichen Nahrung.

Tab. 3 Akute und subakute Toxizität (Japanwachtel) sowie vogeltoxikologische Risikoabschätzung der eingesetzten und alternativer Wirkstoffe

Wirkstoff	LD <sub>50</sub>	LC <sub>50</sub>	Q <sup>1)</sup>
Thiram	695	>10000	>2,0
Isofenphos	5	50	0,003
Carbosulfan 2)	174	713	0,509
Furathiocarb 2)	860	465	0,194

1) Quotient aus LC<sub>50</sub> und Aufwandmenge des Wirkstoffs in mg/kg Saatgut (vergl. GRÜN et al. 1982)

2) mögliche Aufwandmengen aus PALLUTT (1989); auf Wirkstoff von Promet 400 CS bzw. Mashal 25 SCW bezogen.

Für die Japanwachtel betrachtet, sind nur ca. 10 mg Thiram/kg Futter aufnehmbar. In dieser Größenordnung tritt die Bedeutung der Wirkung von Thiram auf Reproduktionsparameter (RIEDEL & GRÜN 1986) gegenüber den hohen akut toxischen Effekten von Isofenphos stark zurück.

Eine Wechselwirkung zwischen den Kombinationspartnern Thiram und Isofenphos war aus den

Ergebnissen der akuten ( $LD_{50}$ ) und subakuten ( $LC_{50}$ ) Toxizität nicht ableitbar. Die Regressionskoeffizienten für eine Wechselwirkung konnten nicht gesichert werden (t-Test;  $p = 0,05$ ).

Die Größe des Saatgutes und der Aussaatzeitpunkt läßt die agrochemische Behandlung von Rapsaatgut für eine breite Palette von Vogelarten als relevant erscheinen. Deshalb ist die sichere Einarbeitung des Saatgutes die Grundvoraussetzung für die Anwendung. Andernfalls sind Vogelverluste gerade unter kleinen Arten nicht unwahrscheinlich.

Die alternativen insektiziden Wirkstoffe Carbosulfan und Furathiocarb (PALLUTT 1989) besitzen eine geringere akute und subakute Toxizität als Isofenphos (Tab. 3). Ihr Einsatz schließt Rückwirkungen auf die Vogelwelt dennoch nicht aus, da die grundsätzlich toxikologische Vorteilswirkung gegenüber Isofenphos durch die noch höheren Aufwandmengen reduziert wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Inkrustiertes Rapsaatgut hat zwar nur eine geringe Attraktivität als Nahrungspartikel, doch reicht infolge des Einsatzes der hochtoxischen Insektizidkomponente Isofenphos die Aufnahme von wenigen Körnern durch Kleinvögel bereits aus, um subletale oder sogar letale Intoxikationen auszulösen.

Aus diesem Grunde setzt die Anwendung des inkrustierten Saatgutes eine sichere Einbringung in den Boden grundsätzlich voraus.

## LITERATUR

- BOIS, F., VAILLANT, M. & VASSEUR, P. (1986): Multiple regression analysis of toxic interactions: Application to the microtox test and general comments. *Bull. Environ. Contam. Toxikol.* 36: 707-714.
- GEMMEKE, H. (1988): Untersuchungen über die Gefährdung von Kleinvögeln durch inkrustiertes Winterrapssaatgut. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* 40: 19-21.
- GRAU, R. (1984): Annahmeveruche über eine mögliche Gefährdung von Vögeln durch Oftanol T-behandeltes Rapsaatgut. Praxisbezogene Volierenversuche an japanischen Wachteln und Haussperlingen. Bayer AG.
- GRÜN, G., SADEK, H. & CLAUSING, P. (1982): Bewertung der akuten Toxizität von Pflanzenschutzmitteln für Vögel in Beziehung zu möglichen Nebenwirkungen im Freiland. *Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR* 36: 127-130.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT (1981): Richtlinie zur Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf Vogelgefährdung. - Annahmeveruche-, Richtlinie Nr. 25-1.
- PALLUTT, W. (1989): Stand und Perspektiven der Behandlung des Saatgutes mit Insektiziden. In: BEITZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 91-96.
- RIEDEL, B. (1989a): Ergebnisse zur vogeltoxikologischen Bewertung von pilliertem Rübensaatgut. *Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR* 43: 104-105.

- RIEDEL, B. (1989b): Gesicherte Auswirkungen von Agrochemikalien auf freilebende Vogelarten: Das Ergebnis laborexperimenteller Untersuchungen und Freilandstudien. In: BERTZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 18-26.
- RIEDEL, B. & GRÜN, G. (1986): Die vogeltoxikologische Bewertung von Thiram, Carboxin und Carbendazim als Saatgutbeizmittel für Getreide. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 40: 141-147.
- WEBER, E. (1986): Grundriß der Biologischen Statistik. Jena.

Anschrift der Verfasser: Dr. B. Riedel und Kathrin Wolf, Lindenhof 3, O-5701 Seebach; Dr. H. Litzbarski, Landesumweltamt Brandenburg, Naturschutzstation, O-1831 Buckow.



**ZUR PROBLEMATIK OFTANOL- BZW. CARBOSULFANHALTIGER  
SAATGUTBEIZMITTEL (WIRKSTOFFE: ISOFENPHOS BZW. CARBOSULFAN)**

Problems resulting from seed coating with oftanol (isofenphos) or carbosulfan

**RUDOLF ROBBACH**

Staatliche Vogelschutzwarte Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, Frankfurt

Im Zuständigkeitsbereich der Staatlichen Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland in Frankfurt wurden in den Jahren 1986, 1987 und 1990 in drei Fällen Vogelsterben beobachtet, die folgende Gemeinsamkeiten aufwiesen:

1. Es handelte sich stets um die Jahreszeit, in der Winterraps ausgebracht wird (Ende August/Anfang September).
2. Es wurden in allen drei Fällen verendete Vögel gefunden, teils Kleinvögel (Feldsperlinge, Grünfinken), teils Hühnervogel (Rebhühner).
3. In der unmittelbaren Umgebung der toten Vögel wurden Plastiktüten mit Rapssaatgutresten und mit den aufgedruckten Warnhinweisen "Vorsicht - giftige Zubereitung! Isofenphos + Thiram, nur als Saatgut verwenden, nicht verfüttern!" oder "Dieses gebeizte Saatgut ist sehr giftig für Vögel (Wirkstoffe: Isofenphos, Thiram/TMDT)" gefunden.

Zur regionalen Verteilung und zu weiteren Einzelheiten sind hierzu noch folgende Angaben zu machen:

1986: Bereich Fulda-Haimbach (Lkrs. Fulda); ca. 50 Kleinvögel der Arten Feldsperling, Grünfink, Hänfling wurden tot gefunden. In den 5 Feldsperlingen und 11 Grünfinken, die zur Untersuchung kamen (siehe unten), konnte jeweils der Wirkstoff Isofenphos nachgewiesen werden.

1987: Bereich Algenroth-Heidenroth (Rheingau-Taunus-Kreis); verspäteter Bericht (Ende Oktober) der zuständigen Unteren Naturschutzbehörde über verendete Vögel auf frisch eingesäten Ackerflächen.

1990: Bereich Beselich-Obertiefenbach (Kreis Limburg-Weilburg). Schlagartige Reduzierung der dortigen Rebhuhnkeete von 20 auf 10 Tiere; 2 Totfunde, die jedoch bei Sicherstellung am nächsten Tag verschleppt waren. Die für eine Untersuchung sichergestellten Saatgutreste wurden nicht weitergeleitet mit dem Verweis auf den Tütenaufdruck "Oftanol T ist amtlich geprüft und zugelassen unter BBA Zul. Nr. 02542".

Zu einer amtlichen Untersuchung der Totfunde kam es daher nur im erstgenannten Fall (1986 Fulda-Haimbach). Hier wurde durch das Staatliche Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Südhessen Abt. VI in Frankfurt/M-71 für 5 Feldsperlinge und 11 Grünfinken folgender Befund ermittelt (Auszug): "Die Kröpfe waren zum Teil und die Mus-

kelmägen bei allen Tieren mit Rapssamen gefüllt. In den Lebern und beiliegenden Rapssamenproben konnte mittels Gaschromatographie der Wirkstoff Isofenphos nachgewiesen werden. Todesursache: Vergiftung durch Aufnahme gebeizter Winterrapssamen." (Untersuchungsbericht vom 01.10.1986).

Nach Mitteilung der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig gilt für die beiden im Rapsanbau gebräuchlichen Beizmittel Oftanol T und Carbosulfan SAT 3001, daß sie für Vögel sehr giftig sind. Von dort aus wurden daher vor der Rapsaussaat 1987 folgende verschärfte Kennzeichnungsaufgaben gegeben:

"Warnhinweis: Dieses gebeizte Saatgut ist sehr giftig für Vögel! Deshalb nur in feinkrümelig zubereitetes Saatbett ablegen, nie in klumpigen und steinigen Boden. In jedem Fall ist dringend darauf zu achten, daß das Saatgut vollständig eingearbeitet bzw. mit Erde abgedeckt wird. Beim Ausheben der Säschare ist ein Nachrieseln von Saatgut unbedingt zu vermeiden. Behandeltes Saatgut darf weder verzehrt noch verfüttert werden."

Es wird zu bedenken gegeben, inwieweit hierdurch ein Großteil der Verantwortung im Umgang mit diesen sehr giftigen Beizmitteln dem Landwirt überlassen wird. Auch kann – nach Befragen mehrerer Landwirte – keine 100%ige Garantie dafür gegeben werden, daß es nicht beim Wenden noch zu einem Nachrieseln von einigen Saatgutkörnern kommen kann.

Mit dem vorliegenden Bericht soll keine Schuldzuweisung induziert, sondern lediglich auf die Problematik im Umgang mit derart giftigen Beizmitteln hingewiesen werden. Es ist ferner die Bitte damit verbunden, auf die geschilderten Zusammenhänge mit besonderem Verantwortungsbewußtsein zu achten und – als Anregung an die Produkthersteller – Ersatzstoffe zu entwickeln die auf Wirbeltiere eine weniger toxische Wirkung ausüben. Denn solange wir großflächig Produkte in die Landschaft ausbringen, die – laut Anweisung – von Haustieren ferngehalten werden müssen, gehen wir dann mit unseren freilebenden Wirbeltieren nicht doch etwas zu sorglos um – auch wenn eine Abdeckung mit 1–2 cm Erde vorgeschrieben ist?

Anschrift des Verfassers: Dr. Rudolf Roßbach, Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, Steinauer Str. 44, 6000 Frankfurt/M 60

## DIE TOXIKOLOGIE VON ORGANOPHOSPHATEN UND CARBAMATEN BEI VÖGELN

The Avian Toxicology of Organophosphorus and Carbamate  
Insecticides

GERHARD JOERMANN

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Braunschweig

### Abstract

Organophosphorus and carbamate insecticides act as inhibitors of "B"-esterases. The acute oral toxicity of these substances in birds is high, with LD<sub>50</sub>-values generally ranging between 1 and 100 mg per kg body weight. The compounds differ considerably regarding their cumulative effects, thus resulting in a wide range of toxicity values in 5-day dietary studies and long term toxicity tests. The inhibition of brain and blood esterases is always the most sensitive response to organophosphates and carbamates. Biochemical assays involving these enzymes can be used for monitoring purposes.

### EINLEITUNG

Die derzeit wichtigsten Insektenbekämpfungsmittel gehören chemisch zu den Organophosphor- und Carbamatverbindungen. Bei den Organophosphaten handelt es sich um Ester, Amide oder Thio-Derivate der Phosphorsäure oder Phosphonsäure. Diese Verbindungen haben einen breiten Anwendungsbereich als Insektizide in Land- und Forstwirtschaft und im Vorratsschutz. Einige Wirkstoffe werden auch als Akarizide gegen Milben eingesetzt. Carbamate, Derivate der Carbamidsäure, lassen sich in drei chemische Klassen einteilen, von denen eine Klasse Wirkstoffe mit insektiziden und nematiziden Eigenschaften umfaßt. Carbamate der beiden anderen Klassen, die wirtschaftliche Bedeutung als Herbizide bzw. Fungizide haben, sollen wegen ihrer andersartigen Wirkungsweise in diesem Zusammenhang nicht betrachtet werden.

### WIRKUNGSMECHANISMUS DER ORGANOPHOSPHATE

Die insektizide Wirkung der Organophosphate beruht auf der Hemmung von bestimmten Esterasen. Der gleiche Mechanismus ist für die toxische Wirkung bei anderen Organismen, darunter auch bei Vögeln, verantwortlich. Die durch Organophosphate inhibierbaren Esterasen werden als

B-Esterasen bezeichnet. Die wichtigste davon ist die Acetylcholinesterase (AChE) des Zentralnervensystems und des vegetativen Nervensystems. Die Hemmung hat zur Folge, daß der Überträgerstoff Acetylcholin nach der Ausschüttung in den Synapsen nicht inaktiviert und damit die Funktion der Synapsen gestört wird. Im vegetativen Nervensystem werden Herz und Kreislauf beeinflusst, zentralnervös kommt es zu Wahrnehmungs- und Koordinationsstörungen. Am gravierendsten ist schließlich die Wirkung auf die motorischen Endplatten in der Muskulatur, und so ist bei letalen Intoxikationen die Blockade der Atemmuskulatur meist die unmittelbare Todesursache. Ein weiterer Angriffspunkt kann eine Esterase sein, die mit NTE abgekürzt wird (nach englisch: neuropathy target esterase). Die Inhibition bewirkt hier – mit einer Verzögerung von 1-2 Wochen – Schäden an den Myelinscheiden und als Folge davon Axondegenerationen. Dieser Effekt wird allerdings nur bei wenigen Organophosphaten beobachtet und nur bei Dosen, die an den letalen Bereich heranreichen. Es gibt eine Reihe weiterer Cholinesterasen und anderer Esterasen, z.B. in Erythrocyten und Plasma, die genauso empfindlich reagieren, wobei aber vitale Körperfunktionen nicht in dem Maße beeinträchtigt werden wie bei der Hemmung der neuralen AChE. Mit Ausnahme der oben erwähnten Axondegenerationen sind alle Effekte reversibel und hinterlassen keine Spätschäden, sofern das Tier überlebt (WHO 1986a; WESTLAKE et al. 1981a).

Eine andere Gruppe von Esterasen, A-Esterasen, werden durch Organophosphate nicht gehemmt, sondern hydrolisieren diese Verbindungen, wirken also entgiftend. Bei Vögeln ist die Aktivität der A-Esterasen um das 10 bis 100fache geringer als bei Säugern. Aus diesem Grunde sind Vögel gegenüber diesen Wirkstoffen in den meisten Fällen erheblich empfindlicher als Säugetiere (BREALEY et al. 1980).

Biochemisch bilden Organophosphate mit den B-Esterasen über einen Zwischenschritt einen Komplex, von dem aus es zwei Reaktionswege gibt. Zum einen kann die Bindung wieder gelöst, das Enzym also reaktiviert werden. Die andere Reaktion ist der Übergang des Enzyms in einen irreversibel phosphorylierten Zustand, die sogenannte "Alterung" des Enzyms (WHO 1986a). Die Geschwindigkeitskonstanten für diese beiden Pfade sind je nach Wirkstoff unterschiedlich. Bei Diazinon etwa findet man eine recht hohe Reaktivierungsrate; da A-Esterasen den Wirkstoff aus dem Reaktionszyklus entfernen, ist die Rekonstitution in diesem Fall verhältnismäßig schnell. Im Gegensatz dazu überwiegt bei Parathion die "Alterung"; hier muß eine Rekonstitution im wesentlichen über den Ersatz der Enzymmoleküle durch Neusynthese (turnover) erfolgen und dauert entsprechend länger. Nach einer starken Intoxikation werden 80 % der normalen Aktivität nach 1-3 Wochen erreicht, 100 % erst nach 3-4 Wochen oder noch später (FLEMING & BRADBURY 1981).

## WIRKUNGSMECHANISMUS DER CARBAMATE

Insektizide Carbamate wirken ebenfalls als Inhibitoren von B-Esterasen. Dabei sind die Geschwindigkeitskonstanten sowohl für die Carbamylierung als auch für die Reaktivierung der Esterasen sehr hoch, so daß einerseits die Wirkung außerordentlich schnell eintritt und andererseits auch die Rekonstitution schnell abläuft. Eine "Alterung" carbamylierter Enzyme gibt es nicht (WESTLAKE et al. 1981b; WHO 1986b).

## AKUTE TOXIZITÄT

Organophosphate weisen eine hohe bis sehr hohe akute Toxizität für Vögel auf. Die LD<sub>50</sub>, also die Dosis, die bei einmaliger Verabreichung zum Tod von 50 % der Versuchstiere führt, liegt bei den meisten Wirkstoffen zwischen 1 und 100 mg pro kg Körpergewicht. Die akute Toxizität insektizider Carbamate liegt ebenfalls in dieser Größenordnung, während die als Herbizide oder Fungizide eingesetzten Carbamate weniger toxisch sind (HUDSON et al. 1984; SCHAFER et al. 1983; SMITH 1987). Küken von Stockenten erwiesen sich im Alter von 36 Stunden genauso empfindlich gegenüber Organophosphaten und Carbamaten wie Adulttiere, während 7 und 30 Tage alte Vögel etwas unempfindlicher waren (HUDSON et al. 1972).

Typische Vergiftungserscheinungen sind für beide Wirkstoffgruppen Störungen der Bewegungskoordination (*Ataxie*), Flugunfähigkeit, krampfartiges Strecken des Rumpfes (*Opisthotonus*), Gleichgewichtsstörungen, herabhängende oder gespreizte Flügel, schnelle flache Atmung (*Tachypnoe*) oder andere Atemstörungen, gestäubtes Gefieder, Speicheln, Durchfall und Lethargie. Bei Organophosphaten sind Vergiftungserscheinungen innerhalb einer Stunde zu beobachten. Der Tod tritt meist nach 1-3 Stunden ein, gelegentlich kommt es zu Spätmortalitäten nach einigen Tagen. Bei Carbamaten zeigen sich die ersten Vergiftungserscheinungen schon nach wenigen Minuten, und der Tod tritt meist nach 15-60 Minuten ein. (HILBIG et al. 1979; HUDSON et al. 1984).

Unterhalb der Letaldosis haben Organophosphate und Carbamate eine Reihe subletaler Effekte, darunter auch Auswirkungen auf das Verhalten, die auf Grund der Wirkungsweise leicht erklärbar sind. So wird u.a. beschrieben, daß Vögel ihre Fluchtreaktion verlieren, das Aktivitätsmuster verändern oder die Brut schlechter versorgen (Übersicht bei PEAKALL 1985). In diesen Versuchen wurden allerdings relativ hohe Dosen gegeben, so daß eine etwa 50%ige AChE-Inhibition vorlag. Die Frage nach subtilen Effekten auch kleinerer Dosen stößt bisher stets auf die methodische Schwierigkeit, Ausfallerscheinungen zu erfassen und in ihrer Bedeutung für die Überlebensfähigkeit eines wild lebenden Tieres zu beurteilen (HART 1988).

## SUBAKUTE UND CHRONISCHE TOXIZITÄT

Die Toxizität von Organophosphaten in längerfristigen Versuchen ist sehr unterschiedlich. Wirkstoffe, bei denen die phosphorylierten AChE-Moleküle dem Prozeß der "Alterung" unterliegen, wirken bei längerer Exposition kumulativ. In 30-tägigen Versuchen mit Stockenten und Fasanen waren einige Verbindungen bereits letal, wenn die tägliche Dosis 1/20-1/30 der LD<sub>50</sub> entsprach, während bei anderen Wirkstoffen dieses Verhältnis 1/2-1/4 betrug (HUDSON et al. 1984).

Entsprechend unterschiedlich sind auch die Toxizitätswerte, die in 5-Tage-Fütterungstests ermittelt werden. Die LC<sub>50</sub>, also die Konzentration im Futter, die zum Tod von 50 % der Versuchstiere führt, reicht je nach Wirkstoff von unter 50 bis über 1000 mg/kg Futter (HILL et al. 1975).

Carbamate wirken wegen der schnellen Reaktivierung der Esterasen nicht kumulativ (HUDSON et al. 1984). Im 5-Tage-Fütterungstest liegt die LC<sub>50</sub> im Bereich von 200-5000 mg/kg Futter. Dabei nehmen die Vögel in solchen Versuchen pro Tag ein Mehrfaches der Dosis auf, die bei einmaliger Verabreichung im akuten Test letal wirkt (HILL et al. 1975).

## REPRODUKTIONSTOXIZITÄT

In Fütterungsversuchen, die auch die Reproduktion einschließen, haben Organophosphate und Carbamate Auswirkungen auf eine Vielzahl von Parametern, darunter die Legeleistung, Eimasse, Schalenqualität, Fertilität und Schlupfrate (RIEDEL & PALLUTT 1988). Diese Effekte sind dosisabhängig und treten bei Futterkonzentrationen auf, die zumindest eine deutliche Esterase-Inhibition der Adulttiere bewirken; häufig liegt die Schwelle bei Konzentrationen, die bereits Vergiftungsercheinungen oder Mortalität verursachen. In einigen Tests konnte gezeigt werden, daß es sich bei den Reproduktionsstörungen teilweise bzw. gänzlich um Sekundäreffekte einer Organophosphat-induzierten Anorexie handelt (HAEGELE & TUCKER 1974; STROMBORG 1986).

Gelangen Esterase-Hemmstoffe in den Vogelembryo, so können sie teratogene Effekte in Form von Skelettdeformationen, verkümmerten Gliedmaßen und Gefiederanomalien verursachen. Bei Übersprühen befruchteter Eier wurden derartige Effekte für eine Reihe von Wirkstoffen nachgewiesen, allerdings erst oberhalb praxisüblicher Konzentrationen (HOFFMAN & EASTIN 1981). Es ist bisher unklar, ob bei einigen Wirkstoffen auch Besprühen mit praxisgemäßen Dosen zu Störungen der Embryonalentwicklung führen kann (LUTZ & LUTZ-OSTERTAG 1972). In Fütterungsversuchen werden teratogene Effekte nicht beobachtet, da die Wirkstoffe nur in sehr geringen Mengen in das Ei übertreten (KENAGA 1974).

## ENZYM-UNTERSUCHUNGEN IM RAHMEN VON MONITORING

Biochemische Methoden zur Bestimmung von Esterase-Aktivitäten lassen sich einsetzen, um eine Exposition von Vögeln gegenüber Organophosphaten oder Carbamaten festzustellen, wobei selbstverständlich nicht zwischen verschiedenen Wirkstoffen unterschieden werden kann (HILL und FLEMING 1982). Bisher wird meist die Aktivität der Hirn-AChE gemessen, weil diese direkt mit der physischen Wirkung korreliert. So gilt eine Inhibition von 20 % als Nachweis der Exposition, eine Inhibition von 50 % ist gewöhnlich mit mittleren Vergiftungserscheinungen verbunden, und bei einer letal verlaufenden Vergiftung ist eine Inhibition von 70-95 % zu erwarten (LUDKE et al. 1975). Eine Organophosphat-bedingte Hemmung bleibt nach dem Tod des Tieres noch einige Zeit erhalten, eine Carbamat-bedingte Hemmung dagegen nicht, weil die Reaktivierung auch im toten Gewebe stattfindet. Ein gravierender Nachteil der Methode besteht darin, daß zur Gewinnung der Gewebeproben die Tiere getötet werden müssen.

Deshalb wäre ein Enzymtest an Plasma- oder Gesamtblut-Esterasen günstiger, so daß eine Blutabnahme ausreicht. Leider ist die normale Aktivität dieser Esterasen sehr variabel, was die Methode unempfindlich macht. Außerdem bildet sich eine Organophosphat- oder Carbamat-bedingte Hemmung der Blut-Enzyme schneller zurück, so daß leicht eine Exposition zwischen zwei Messungen verpaßt wird. Dennoch wird derzeit versucht, diese Methode für die praktische Anwendung zu entwickeln (THOMPSON et al. 1990).

## ZUSAMMENFASSUNG

Organophosphate und Carbamate wirken in Vögeln und anderen Organismen als Inhibitoren von B-Esterasen. Die akut orale Toxizität für Vögel ist mit  $LD_{50}$ -Werten zwischen 1 und 100 mg/kg Körpergewicht hoch bis sehr hoch. Die Wirkstoffe unterscheiden sich hinsichtlich der kumulativen Wirkung, so daß sich in 5-Tage-Fütterungsversuchen und längerfristigen Tests dementsprechend unterschiedliche Toxizitätswerte ergeben. Die empfindlichste Reaktion auf Organophosphate bzw. Carbamate ist stets die Hemmung von Hirn- und Plasma-Esterasen. Entsprechende Enzymtests können zur Kontrolle der Exposition eingesetzt werden.

## LITERATUR

- BREALEY, C.J., WALKER, C.H. & BALDWIN, B.C. (1980): A-esterase activities in relation to the differential toxicity of pirimiphos-methyl to birds and mammals. *Pestic. Sci.* 11: 546-554.
- FLEMING, W.J. & BRADBURY, S.P. (1981): Recovery of cholinesterase activity in mallard ducklings administered organophosphorus pesticides. *J. Toxicol. Environ. Health* 8: 885-897.
- HAEGELE, M.A. & TUCKER, R.K. (1974): Effects of 15 common environmental pollutants on eggshell thickness in mallards and coturnix. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 11: 98-102.
- HART, A.D.M. (1988): Strategies for assessing pesticide hazards to birds. In: GREAVES, M.P., GREIG-SMITH, P.W. & SMITH, B.D. (eds.): Field methods for the study of environmental effects of pesticides. BCPC Monograph 40: 29-38.

- HILBIG, V., WESTPHAL, D., LUCAS, K., MECHLER, U. & MÜNCHOW, H. (1979): Vergleichende Untersuchungen zur Vogeltoxizität mit zwei Granulatformulierungen des Nematizides Temik. Vetmed Ber. 2/1979: 24 S.
- HILL, E.F. & FLEMING, W.J. (1982): Anticholinesterase poisoning of birds: field monitoring and diagnosis of acute poisoning. Environ. Toxicol. Chem. 11: 27-38.
- HILL, E.F., HEATH, R.G., SPANN, J.W. & WILLIAMS, J.D. (1975): Lethal dietary toxicities of environmental pollutants to birds. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Spec. Sc. Report - Wildlife No. 191.
- HOFFMAN, D.J. & EASTIN, W.C. (1981): Effects of malathion, diazinon, and parathion on mallard embryo development and cholinesterase activity. Environ. Res. 26: 472-485.
- HUDSON, R.H., TUCKER, R.K. & HAEGELE, M.A. (1972): Effect of age on sensitivity: acute oral toxicity of 14 pesticides to mallard ducks of several ages. Toxicol. Appl. Pharmacol. 22: 556-561.
- HUDSON, R.H., TUCKER, R.K. & HAEGELE, M.A. (1984): Handbook of toxicity of pesticides to wildlife. 2. Aufl. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publ. Nr. 153.
- KENAGA, E.E. (1974): Evaluation of the safety of chlorpyrifos to birds in areas treated for insect control. Residue Rev. 50: 1-41.
- LUDKE, J.L., HILL, E.F. & DIETER, M.P. (1975): Cholinesterase (ChE) response and related mortality among birds fed ChE inhibitors. Arch. Environ. Contamin. Toxicol. 3: 1-21.
- LUTZ, H. & LUTZ-OSTERTAG, Y. (1972): The action of different pesticides on development of bird embryos. Advances Exp. Med. Biol. 27: 127-150.
- PEAKALL, D.B. (1985): Behavioral responses of birds to pesticides and other contaminants. Residue Rev. 96: 45-77.
- RIEDEL, M. & PALLUTT, W. (1988): Direkter toxischer Einfluß von ausgewählten phosphororganischen insektiziden Wirkstoffen - Ableitungen und Schlußfolgerungen aus langfristigen Expositionsstudien an Japanwachteln. In: BEITZ, H. & RIEDEL, B. (Hrsg.): Einfluß von Agrochemikalien auf die Populationsdynamik von Vogelarten in der Kulturlandschaft. Festsymposium Seebach, S. 76-80.
- SCHAFFER, E.W., BOWLES, W.A. & HURLBUT, J. (1983): The acute oral toxicity, repellency and hazard potential of 998 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12: 355-382.
- SMITH, G.J. (1987): Pesticide use and toxicology in relation to wildlife: organophosphorus and carbamate compounds. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication Nr. 170.
- STROMBORG, K.L. (1986): Reproduction of bobwhites fed different dietary concentrations of an organophosphate insecticide, methamidophos. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 15: 143-147.
- THOMPSON, H.M., WALKER, C.H. & HARDY, A.R. (1990): The use of avian serum "B" esterases in monitoring exposure to organophosphorus insecticides. In: SOMERVILLE, L. & WALKER, C.H. (eds.) Pesticide effects on terrestrial wildlife. S. 348-349, London.
- WESTLAKE, G.E., BUNYAN, P.J., MARTIN, A.D., STANLEY, P.I. & STEED, L.C. (1981a): Organophosphate poisoning. Effects of selected organophosphate pesticides on plasma enzymes and brain esterases of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). J. Agric. Food Chem. 29: 772-778.



WESTLAKE, G.E., BUNYAN, P.J., MARTIN, A.D., STANLEY, P.I. & STEED, L.C. (1981b): Carbamate poisoning. Effects of selected carbamate pesticides on plasma enzymes and brain esterases of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). J. Agric. Food Chem. 29: 779-785.

WHO, (1986a): Organophosphorus insecticides: A general introduction. Environmental Health Criteria 63. World Health Organization, Genf.

WHO, (1986b): Carbamate pesticides: A general introduction. Environmental Health Criteria 64. World Health Organization, Genf.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerhard Joermann, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Messeweg 11, 3300 Braunschweig

## BESTIMMUNG VON METABOLITEN DER PHOSPHORSÄUREESTER IN TIERORGANEN

Determination of Metabolites of Phosphoric Acid Esters from Animal Tissues

ALEXANDER WASCHULEWSKI UND HARALD A. RÜSSEL-SINN

Chemisches Instiut der Tierärztlichen Hochschule Hannover

### Abstract

Dimethyl- and diethylphosphoric acid can be determined by HPLC and flame subsequent photometric detection. This enables the acute and subacute poisonous effects of most phosphorous insecticides to be examined.

Die meisten in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Phosphorinsektizide sind Derivate der Dimethyl- und Diethylphosphor- oder -thiophosphorsäure mit einer aciden Gruppe. Die intakten Insektizide lassen sich in vielen Fällen (RÜSSEL 1977) entweder gar nicht oder nur in ausgewählten Organen oder Kropf- und Mageninhalt erfassen, weil die acide Gruppe sehr leicht abgespaltet wird.

Nachdem diese Gruppe durch Reaktion mit Enzymen oder durch Hydrolyse abgespaltet ist, und der Thioschwefel durch Oxidation in die Oxo-Gruppe überführt wurde, bleiben die freien Dimethyl- und Diethylphosphorsäuren zurück. Es sind ziemlich stabile Verbindungen, sie können leicht aus Leber oder Blut extrahiert werden. Da in biologischen Geweben große Mengen an freier Phosphorsäure oder leicht in diese übergehende Phosphorsäureester wie ATP u.ä. vorhanden sind, war es nicht zweckmäßig, die Halbester und die Phosphorsäure selbst zu methylieren oder zu ethylieren. In diesem Falle hätte das entstandene Trimethyl- oder Triethylphosphat entweder keine Information über die Ausgangsverbindung gegeben (aus Phosphorsäure und Dimethylphosphat entsteht Trimethylphosphat, aus Diethylphosphat entsteht Diethylmethylphosphat usw.) oder der entstandene Triester überlagert die gesuchte Verbindung. Deshalb wurde die direkte Analytik der Dialkylphosphorsäuren gewählt.

Die Methodik der Bestimmung soll hier nur ganz kurz skizziert werden, es wird auf die Originalarbeiten verwiesen (RÜSSEL-SINN & WASCHULEWSKI 1989; WASCHULEWSKI 1992).

Nach der Extraktion des biologischen Materials mit Wasser wird enteiweißt und die Hauptmasse der freien Phosphorsäure mit Zirkonlösung gefällt. Nach Eindampfen auf ein kleines Volumen werden die Alkylphosphorsäuren an einer Anionentauschersäule getrennt und die aus der Säule austretende Lösung in ein Flammenemissionspektrophotometer geleitet. Die Phosphoremission bei 528 nm ist die Grundlage der Bestimmung. Es können noch 5 ng der gesuchten Verbindungen/g Probe erfaßt werden.

Die Untersuchung von Organen von nachweislich vergifteten Tieren zeigte, daß das Verfahren zuverlässig arbeitet. Selbstverständlich kann es keine Information über die Originalsubstanz geben, erfaßt aber die Metaboliten zahlreicher Phosphorinsektizide.

Im Augenblick sind von uns nur die Lebern vergifteter Tiere, meist Vögel, untersucht worden. Es wäre ebenfalls von Interesse, Blut und Federn auf das Vorkommen dieser Metaboliten zu prüfen, da diese Materialien ohne Tötung von Tieren erhalten werden können.

Weitere Arbeiten über Metaboliten anderer Pflanzenschutzmittel sind in Vorbereitung. Anregungen über die Auswahl interessierender Wirkstoffe sind erwünscht.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Bestimmung von Dimethyl- und Diethylphosphorsäure in Tierorganen gelingt mit einer HPLC-Methodik mit anschließender flammenphotometrischer Phosphorbestimmung. Dadurch können akute und subakute Vergiftung mit den meisten Phosphorinsektiziden erkannt werden.

### LITERATUR

- RÜSSEL, H.A. (1977): Die Probenahme bei Phosphorsäureestervergiftungen. Dt. tierärztl. Wschr. 84: 399.
- RÜSSEL-SINN, H.A. & WASCHULEWSKI, A. (1989): Die Isolierung und quantitative Bestimmung von Metaboliten biologisch wirksamer Phosphorsäureester aus Tierorganen. Z.Anal. Chem. 334: 721.
- WASCHULEWSKI, A. (1992): Isolierung und quantitative Bestimmung von Metaboliten biologisch wirksamer Phosphorsäureester aus Tierorganen. Diss. Univ. Hanover, im Druck.

Anschrift der Verfasser: Dr. Alexander Waschulewski und Prof. Dr. Harald A. Rüssel-Sinn, Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 3000 Hannover

**BIOINDIKATION MIT FEDERN AUSGEWÄHLTER VOGELARTEN -  
ZUM NACHWEIS VON NAHRUNGSKETTENEFFEKTEN BEI  
QUECKSILBER SOWIE ATMOSPHERISCHEN BLEI- UND CADMIUMDEPOSITIONEN**

Bioindication using feathers of selected bird species - Bioaccumulation of mercury in food chains  
and exogenous deposition of lead and cadmium from atmospheric pollution

EDMUND und KARIN HAHN

Büro für Biomonitoring, Jülich-Wellendorf

**Abstract**

Feathers of selected bird species have been used as integrated pollution biomonitors. Lead, cadmium and mercury were analysed by ZEEMAN SSAAS in feather vanes of selected bird species with different ecologies.

The distribution pattern of mercury in feather vanes is quite different than in the case of lead and cadmium. Lead and cadmium show a strong affinity to feather parts with a high exposure to atmospheric influences, whereas mercury is distributed homogenously within the feathers. The different distribution patterns of Pb and Cd on the one hand and Hg on the other, indicate that quite different incorporation pathways exist. Lead and cadmium are deposited exogenously, pointing to atmospheric pollution as the source. Mercury in feathers is accumulated endogenously through food and physiological processes. Most of the mercury analysed in birds' feathers is the ecotoxic methylated form and its concentration in the feathers depends on the bioaccumulation in food chains.

Feathers are suitable indicators for monitoring heavy metal pollution and yield useful information on incorporation pathways and ecotoxic effects.

**EINLEITUNG**

Durch Bioindikationsverfahren sollen mit Hilfe von Organismen Umweltverhältnisse großflächig und unter vertretbarem ökonomischen Aufwand angezeigt werden. Voraussetzung dafür ist, daß ein klar erkennbarer und eindeutiger Zusammenhang zwischen der zu untersuchenden Umwelteigenschaft und der Reaktion des untersuchten Organismus besteht und quantitativ dokumentiert werden kann (ELLENBERG 1981).

Bei der Erfassung von Schadstoffen können Tiere im Gegensatz zu Pflanzen, die durch ihre sessile Lebensweise Schadstoffe nur streng ortsgelunden über die Zeit integrieren, zusätzlich Informationen zu Schadstoffbelastungen über den Raum liefern. Der Bezugsraum, über den die Schadstoffintegration erfolgt, ist durch die Aktionsraumgröße des betreffenden Individuums gegeben.

Zur Erfassung der atmosphärischen Belastung mit Blei, Cadmium und Kupfer haben sich standardisierte Federn von Habicht (*Accipiter gentilis*) (ELLENBERG et al. 1986) und Elster (*Pica pica*)

als geeignete Akzeptoren für partikelgetragene Luftschadstoffe herausgestellt (HAHN 1991; KÜHNAST & ELLENBERG 1990). Mit ihnen lassen sich reproduzierbar und repräsentativ Aussagen zur Schwermetallbelastung von Landschaftsausschnitten machen.

Quecksilbergehalte in Federn werden dagegen durch endogene Eintragsmechanismen verursacht und spiegeln Belastungen durch die Nahrung wider (JOHNELS et al. 1979). Die hier beschriebenen Untersuchungen liefern weitere Belege für die endogene Einlagerung von Quecksilber in Federn und stellen die Eignung von Federn ausgewählter Arten zur Dokumentation und Abschätzung von Quecksilberbelastungen von Landschaftsausschnitten dar.

## MATERIAL UND METHODEN

### Auswahl von Monitorarten

Biomonitoring bedeutet das Überwachen von zeitlichen und räumlichen Trends in der Verteilung und ökologischen Wirkung von Umweltchemikalien mit Hilfe von Organismen. Dazu müssen diese Organismen eine Reihe von Kriterien erfüllen, die zum einen in Bezug auf die o.g. Zielsetzung und zum anderen nach ökonomischen Gesichtspunkten eine erfolgreiche Bearbeitung ermöglichen.

Für die beschriebenen Untersuchungen wurden die Vogelarten nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Arten mit bekanntem Raumbezug wie z.B. standorttreue Arten erlauben eine Zuordnung der gemessenen Schwermetallgehalte zu bestimmten Landschaftsausschnitten. Dabei sollten die ausgewählten Arten über hinreichend große Aktionsräume integrieren;
- Da die Nahrung den Haupteintragsweg für die festgestellten Quecksilberbelastungen darstellt, sind Kenntnisse zur Nahrungszusammensetzung wesentlich für eine Interpretation der Gehalte in den Federn;
- Kenntnisse über Mauseerrhythmen ermöglichen Aussagen über das Alter der untersuchten Federn und erlauben Interpretationen von Schwermetallmustern in Gefiederpartien wie Flügel und Steuerfedern;
- Eine Probennahme unter vertretbarem Zeit- und Personalaufwand ist grundlegend für Effizienz und Wirtschaftlichkeit derartiger Langzeitstudien.

Darüber hinaus existiert eine Reihe weiterer Kriterien, die bei der Auswahl geeigneter Biomonitorer zu berücksichtigen sind (HAHN 1984).

## PROBENVORBEREITUNG UND ANALYSE

Federn sind verhornte, abgestorbene Gewebe, die im Gegensatz zu den meisten anderen biologischen Matrices nur langsam natürlichen Abbauprozessen unterliegen. Ihre Lagerung ist daher

unproblematisch. Um Federn gegen Beeinträchtigungen, wie Fraß durch Insekten, zu schützen, wurden sie bis zur Aufarbeitung im Labor in Polyethylenbeutel verpackt bei ca.  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagert. Vor der Analyse wurden die Federn kurz mit aqua tridest. abgespült, um grob anhaftenden Schmutz, wie Bodenpartikel, zu entfernen. Die Trocknung erfolgte bei Zimmertemperatur bis zur Gewichtskonstanz.

Mit einer Titanschere wurden Mikroproben aus den Federfahnen herausgeschnitten. Die Einwaagen variierten in Abhängigkeit von den gemessenen Konzentrationen zwischen 50 und 2000  $\mu\text{g}$ . Die Bestimmung des Gesamtquecksilbergehaltes der Federn erfolgte mit ZEEMAN SS-AAS. Eine Unterscheidung zwischen organischem und anorganischem Quecksilberanteil ist dabei nicht möglich. Die Analysen wurden bei  $1000^{\circ}\text{C}$  in einem Quecksilberofen mit einem ZEEMAN SS-AAS SM 20 (Grün Analysengeräte, Wetzlar) bei einer Wellenlänge von 253,7 nm durchgeführt. Geeicht wurde mit wässrigen Quecksilbernitratlösungen (Merck) von 0,25, 0,5, 0,75 und 1  $\mu\text{g}$  Hg/g. Zur Überprüfung wurde als Referenzmaterial "NIES HAIR Nr. 5" analysiert.

Die Blei- und Cadmiumanalysen wurden mit ZEEMAN SS-GFAAS bei 283,3 nm (Blei) und 228,8 nm (Cadmium) mit einem ZEEMAN SS-GFAAS SM 20 durchgeführt. Die Veraschungstemperatur lag bei  $700^{\circ}\text{C}$  für Blei, und  $600^{\circ}\text{C}$  für Cadmium. Atomisiert wurden die Proben bei  $2400^{\circ}\text{C}$  bzw.  $1900^{\circ}\text{C}$ . Geeicht wurde mit wässrigen Blei- und Cadmiumnitratlösungen (Merck) zwischen 0,05 und 0,15  $\mu\text{g}/\text{g}$ . Als Feststoff-Standard diente ein Federhomogenat (vgl. HAHN et al. 1990).

Innerhalb der Meßreihen eines bestimmten Probenmaterials lag die Standardabweichung der Meßwerte  $< 10\%$ .

Bei der graphischen Darstellung der Quecksilbergehalte in den Mikroproben wurden die gemessenen Hg-Konzentrationen als Säulendiagramme an den Probennahmestellen der Federfahnen aufgetragen.

## ERGEBNISSE

Analysen mit Zeeman SS-AAS ermöglichen Messungen in Mikroproben der Federfahnen (HAHN et al. 1990). Im Gegensatz zu anderen Bestimmungsmethoden (AAS, Voltammetrie, Kaltdampf-AAS) ist es daher möglich, detaillierte Verteilungsmuster über Federfahnen darzustellen.

Im Ergebnisteil werden als erstes die unterschiedlichen Verteilungsmuster von Blei und Cadmium in Federfahnen im Gegensatz zu denen von Quecksilber dargestellt und interpretiert. Darauf aufbauend werden die Quecksilbergehalte in Gefiederpartien wie Handschwingen und in Federn von Vogelarten aus unterschiedlichen tropischen Stufen betrachtet.

## VERTEILUNG VON BLEI, CADMIUM UND QUECKSILBER IN FEDERFAHNEN

Die Blei- und Cadmiumgehalte zeigen ausgeprägte Konzentrationsgradienten über die Federfahnen. Es findet ein Anstieg der Gehalte von der Federbasis zur Spitze sowie von kielnahen Fahnenbereichen zu den Fahnenrändern hin statt. In Abbildung 1 ist dies am Beispiel einer Elster und einer Uhufeder dargestellt.

Im Gegensatz dazu sind die Quecksilbergehalte in den einzelnen Fahnentteilen der untersuchten Federn annähernd gleich hoch (Abb. 2). Die für Blei und Cadmium festgestellten Gradienten lassen sich für Quecksilber nicht nachweisen.

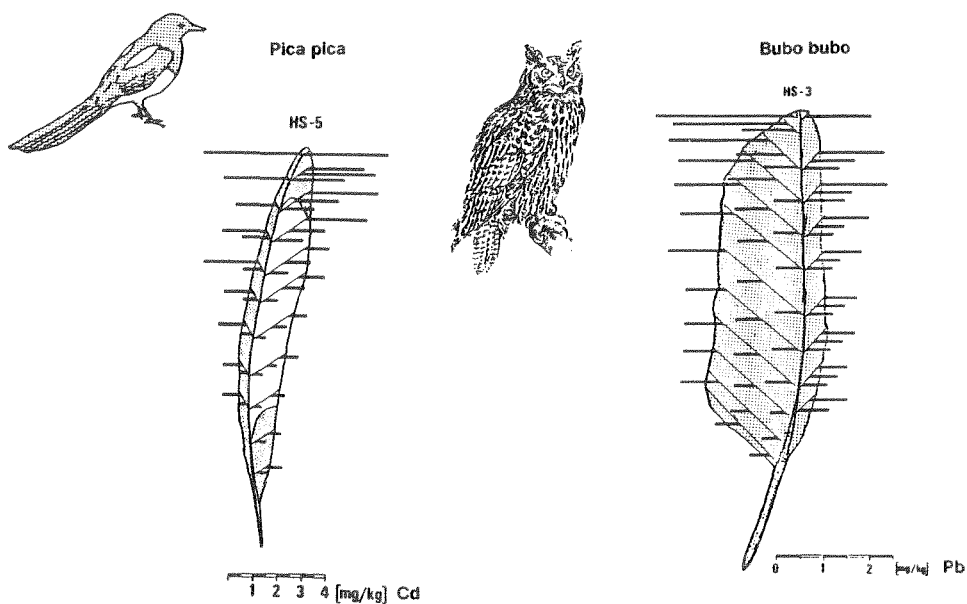


Abb. 1 Verteilung von Blei in der dritten Handschwinge eines Uhus (*Bubo bubo*) aus der Nordfifel und Cadmium in der fünften Handschwinge einer Elster (*Pica pica*) aus dem Raum Stolberg/Rhld.

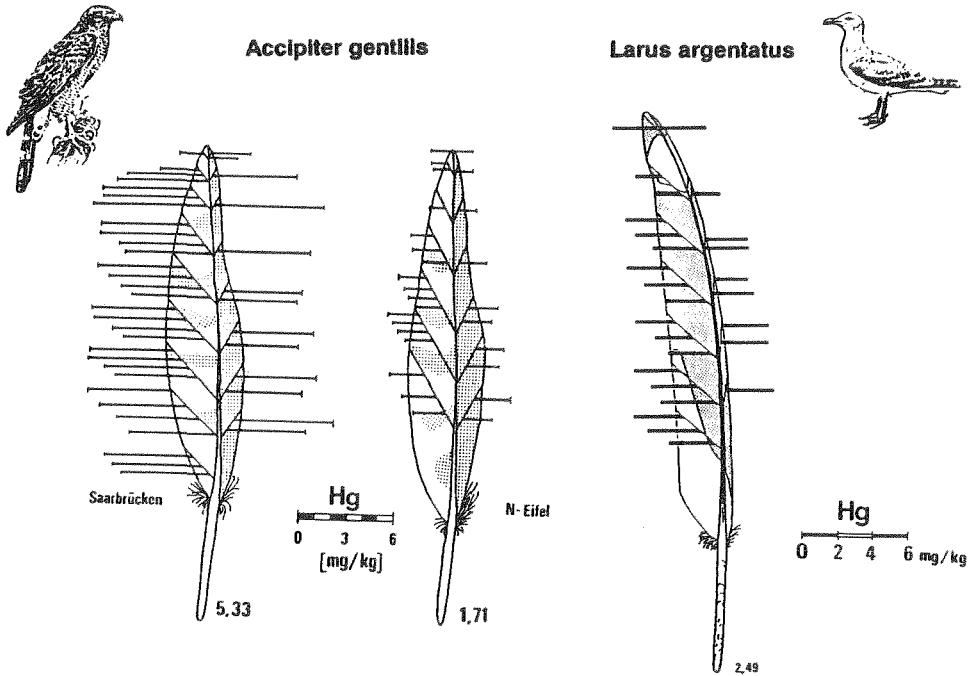


Abb. 2 Verteilung von Quecksilber in Handschwingen einer Silbermöwe (*Larus argentatus*) aus Taimyr/Nordsibirien und von zwei Habichtchen (*Accipiter gentilis*) aus der Nordeifel bzw. dem Raum Saarbrücken

Die unterschiedlichen Verteilungsmuster von Blei und Cadmium im Gegensatz zu Quecksilber zeigen die unterschiedlichen Eintragsmechanismen dieser Metalle in Federn an. Die höchsten Blei- und Cadmiumgehalte treten in den Federteilen auf, die am stärksten atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind. Wie in HAHN (1991) ausführlich dargestellt, sind die Blei- und Cadmiumgehalte in Federn abhängig von:

- dem Alter der Federn, d.h. der Zeit, über die die Federn atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind,
- dem Anteil der Federfläche und der Intensität, mit der die Federfahne diesen Einwirkungen exponiert ist und
- der lokalen Schwermetallbelastungssituation im Aktionsraum des Individuums.

Quecksilber gelangt dagegen durch andere Eintragsmechanismen in Federn. Das homogene Verteilungsmuster läßt sich durch die von anderen Autoren (BRAUNE 1987; BÜHLER & NORHEIM 1981; EVANS et al. 1987; FURNESS et al. 1990; HONDA et al. 1986) festgestellte endogene Einlagerung von Quecksilber während des Federwachstums erklären.



## QUECKSILBERGEHALTE IN HANDSCHWINGEN

Aufgrund der homogenen Quecksilberverteilung in den Federfahnen kann aus den in den Mikroproben gemessenen Konzentrationen ein Mittelwert für die Quecksilberbelastung der ganzen Feder berechnet werden. Anhand dieser repräsentativen Durchschnittswerte lassen sich die Quecksilberbelastungen einzelner Federn miteinander vergleichen. So weisen die einzelnen Handschwingen eines Flügels unterschiedlich hohe Quecksilbergehalte auf. Dies ist am Beispiel von Waldkauz und Uhu graphisch dargestellt (Abb. 3).

Die unterschiedlichen Quecksilbergehalte in den einzelnen Handschwingen eines Flügels lassen sich mit den Mauserhythmen in Zusammenhang bringen. Der Waldkauz mausert descendent von der ersten bis zur zehnten Handschwinge (STRESEMANN & STRESEMANN 1966). Die Quecksilbergehalte in den Waldkauzhandschwingen nehmen parallel dazu von HS-1 zu HS-10 ab.

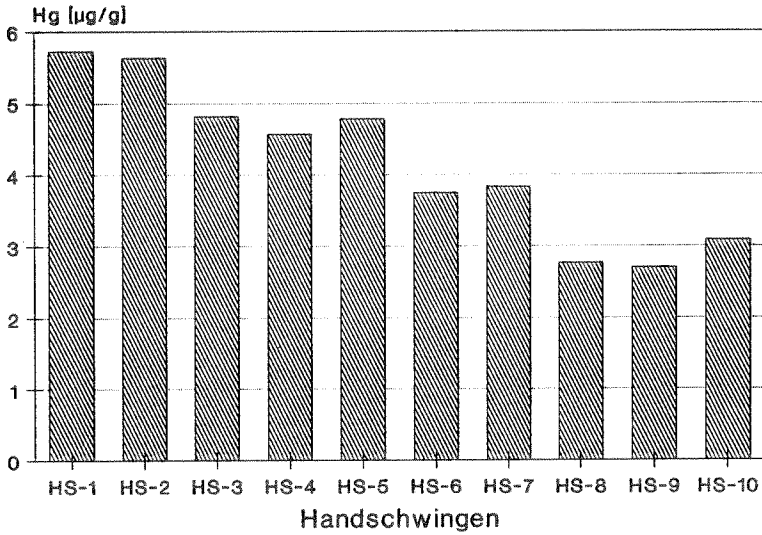
Dagegen verläuft die Mauser der Schwingen beim Uhu nach einem komplizierteren Schema. In der Regel beginnt die Handschwingenmauser mit HS-6; es besteht aber eine große Mannigfaltigkeit der Sequenz (STRESEMANN & STRESEMANN 1966). Während einzelne Handschwingen jährlich erneuert werden, findet die Mauser von Schwingen, die aufgrund ihrer Position im Flügel einer geringeren Abnutzung ausgesetzt sind, aus "ökonomischen" Gründen nach mehrjähriger Funktionszeit statt (MEBS mündl. Mitt.). Dieser "unregelmäßige" Mauserhythmus spiegelt sich auch in der Verteilung der Quecksilbergehalte in den Handschwingen eines untersuchten Uhuflügels wider.

## QUECKSILBERGEHALTE IN FEDERN UNTERSCHIEDLICHER VOGELARTEN

In der Literatur ist beschrieben, daß Spitzenprädatoren höhere Quecksilbergehalte in ihren Federn aufweisen als Vogelarten mit niedrigerer Trophiestufe (BERG et al. 1966; JENSEN et al 1972; JOHNELS et al. 1979 ). Dies steht in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ergebnissen. In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Quecksilbergehalte in den untersuchten Federn nach der Trophiestufe der Arten aufgeführt.

Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß nicht bei allen untersuchten Individuen Federn gleicher Position analysiert wurden, läßt sich festhalten, daß die Höhe der Quecksilbergehalte von der Trophiestufe der einzelnen Arten abhängig ist. Die höchsten Quecksilbergehalte wurden in Federn von See- und Fischadler gemessen. Diese beiden Arten sind Spitzenprädatoren, die sich hauptsächlich von Fischen, Vögeln und Säugetieren ernähren (FISCHER 1984).

## Hg in Waldkauz-Handschnngen



## Hg in Uhu-Handschnngen

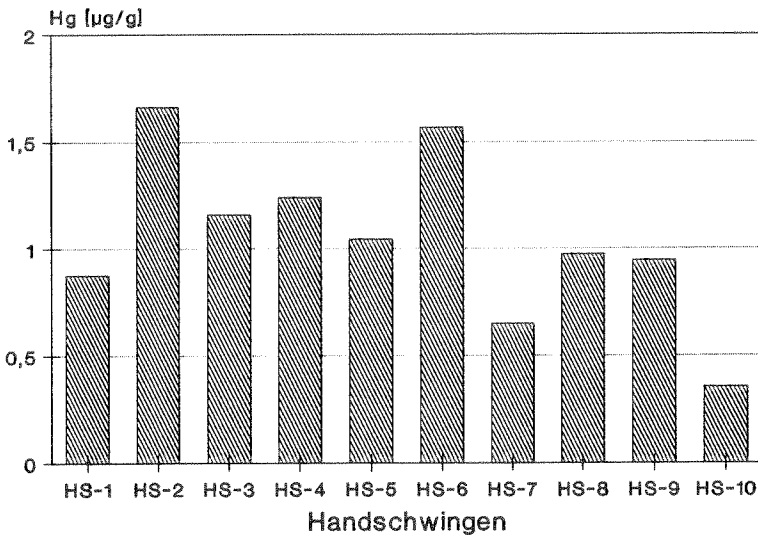


Abb.3 Quecksilbergehalte in Handschnngen eines Uhus (*Bubo bubo*) aus der Nordeifel und eines Waldkauzes (*Strix aluco*) aus dem Raum Saarbrücken

Hohe Quecksilbergehalte wurden auch in den Federn der Beutegreifer Waldkauz, Uhu, Habicht und Mäusebussard gemessen. Der Einfluß der Nahrung auf die Quecksilberbelastung zeigt sich am Beispiel der Silbermöwe. Die Federn eines Individuums dieser piscivoren Art, das von der nordsibirischen Taimyr-Halbinsel stammt, sind fast doppelt so hoch mit Quecksilber belastet wie Elsterfedern aus der Belastungsregion um Stolberg/Rhld. Die Elster ernährt sich omnivor mit einem hohen Anteil an Vegetabilien, während die zwar auch omnivore Silbermöwe hauptsächlich Fische, Crustaceen und Mollusken frißt.

Die niedrigsten Quecksilbergehalte weisen Federn der omnivoren Arten Elster und Kolkrabe bzw. der herbivoren Ringeltaube auf.

Bei Habicht und Waldkauz lassen sich auch räumliche Unterschiede in den Quecksilbergehalten erkennen. Sowohl Habicht als auch Waldkauz aus dem Raum Saarbrücken weisen höhere Quecksilbergehalte in ihren Federn auf als Individuen aus der Nordeifel.

## DISKUSSION

Bei in Federn gemessenen Quecksilbergehalten handelt es sich zum überwiegenden Teil (70–90 %) um organisches Quecksilber, wie Messungen an Elster-, Fischadler- und Seeadlerfedern ergeben haben (HAHN & HAHN 1990). In Federn mariner Vogelarten fanden THOMPSON & FURNESS (1989) ausschließlich organisches Quecksilber.

Quecksilbergehalte in Federn spiegeln die über die Nahrung aufgenommene Quecksilberbelastung des Individuums wider (FURNESS et al. 1986). Die höchsten Quecksilbergehalte weisen Federn von Spitzenprädatoren wie See- und Fischadler, Uhu, Waldkauz und Habicht im Vergleich zu den omni- und herbivoren Arten auf (Tab. 1).

Die hohen Gehalte in Federn von See- und Fischadlern aus Mecklenburg und Brandenburg sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die bis zum Jahr 1990 in diesen Gebieten verwendeten quecksilberhaltigen Saatgutbeizmittel zurückzuführen (RUTHENBERG 1990). Ende der 70er Jahre wurden von OEHME (1981) Vergiftungsfälle von Seeadlern im Bereich der neuen Bundesländer beschrieben und in Verbindung mit der Ausbringung mit Methylquecksilber gebeizten Saatgutes gebracht. Vergleichbar hohe Quecksilberbelastungen in unterschiedlichen Beutegreifern stellten BERG et al. (1966) in schwedischen Untersuchungen aus den 60er Jahren fest (vgl. Abb. 4). Sie konnten anhand von Museumspräparaten nachweisen, daß die Quecksilbergehalte im Gefieder von Greifvögeln seit der Ausbringung mit Methylquecksilber gebeizten Getreides ab 1940 stark zugenommen hatten.

Tab.1 Quecksilbergehalte in Federn ausgewählter Vogelarten. Anzahl der Mikroproben (N), Mittelwert (Mw.), Standardabweichung (Std.) und Standardabweichung in % (Std.%).

Art	Herkunft	Alter	N	Feder	Mw.	Std.	Std. %
Waldkauz	Saarbr.	ad.	8	HS-1	5,61	0,27	5
			8	HS-2	5,48	0,44	8
			8	HS-3	4,70	0,24	5
			8	HS-4	4,49	0,28	6
			10	HS-5	4,74	0,40	9
			10	HS-6	3,71	0,36	10
			10	HS-7	3,74	0,33	9
			10	HS-8	2,68	0,39	14
			8	HS-9	2,70	0,31	14
			8	HS-1	3,03	0,27	9
			8	AS-1	4,52	0,42	9
			10	HS-4	3,44	0,35	10
			10	HS-6	2,67	0,37	14
11	HS-8	1,64	0,21	13			
Uhu	Eifel	ad.	4	HS-1	0,87	0,05	5
			2	HS-2	1,66	0,02	1
			2	HS-3	1,16	0,01	1
			2	HS-4	1,24	0,04	4
			2	HS-5	1,05	0,01	1
			2	HS-6	1,57	0,02	1
			2	HS-7	0,65	0,01	2
			2	HS-8	0,97	0,05	5
			2	HS-9	0,94	0,04	4
			2	HS-10	0,35	0,01	2
Mäusebussard	Jülich	ad.	2	AS	2,69	0,09	3
Ringeltaube	Jülich	ad.	5	S-1	0,50	0,16	32
Kolkrabe	Berchtg.	ad.	3	HS-5	0,41	0,03	8
Habicht	Echweiler	ad.	12	HS-5	1,61	0,40	25
Habicht	Saarbr.	ad.	14	HS-5	5,14	0,65	13
Silbermöwe	Taimyr	ad.	9	HS-10	2,48	0,39	16
			15	HS-9	2,57	0,19	7
			16	HS-8	2,79	0,49	18
			13	HS-7	2,18	0,42	19
			12	HS-6	2,01	0,19	9
Elster E-111	Stolberg	ad.	10	S-5	0,63	0,07	12
			11	S-4	0,71	0,17	25
Elster E-112		juv.	16	S-1	1,32	0,46	35
			10	S-1	0,69	0,18	25
			11	S-2	0,75	0,15	20
			10	S-3	0,71	0,20	28
9	S-4	0,70	0,22	32			
Fischadler	Brandenb.	ad.	19	HS	13,45	1,49	11
		ad.	14	HS	15,58	1,37	9
		ad.	18	HS	6,05	1,06	18
		ad.	16	S	9,94	1,66	17
		ad.	18	S-6	11,50	1,26	11
Seeadler	Brandenb.	ad.	28	HS-2	20,16	2,46	12
		ad.	18	S-6	7,78	0,75	10
	Mecklenb.	juv.	18	S-6	27,29	5,48	20
		juv.	18	AS	29,96	4,89	16
		juv.	16	AS	43,09	8,72	20

Quecksilber-Alkyl-Verbindungen stellte man in Holland in toten Vögeln fest, die in der Nähe von Feldern nach deren Einsaat mit gebeiztem Getreide starben. Dabei waren die festgestellten Konzentrationen in Greifvögeln höher als in ihren Beutetieren (KOEMAN et al. 1969; BORG et al. 1969; JENSEN et al. 1972). Nach dem Verbot der Quecksilber-Alkyl-Verbindungen als Mittel gegen Pilzbefall bei Getreide im Jahr 1966 nahm die Belastung in Federn wieder ab (JOHNELS et al. 1979).

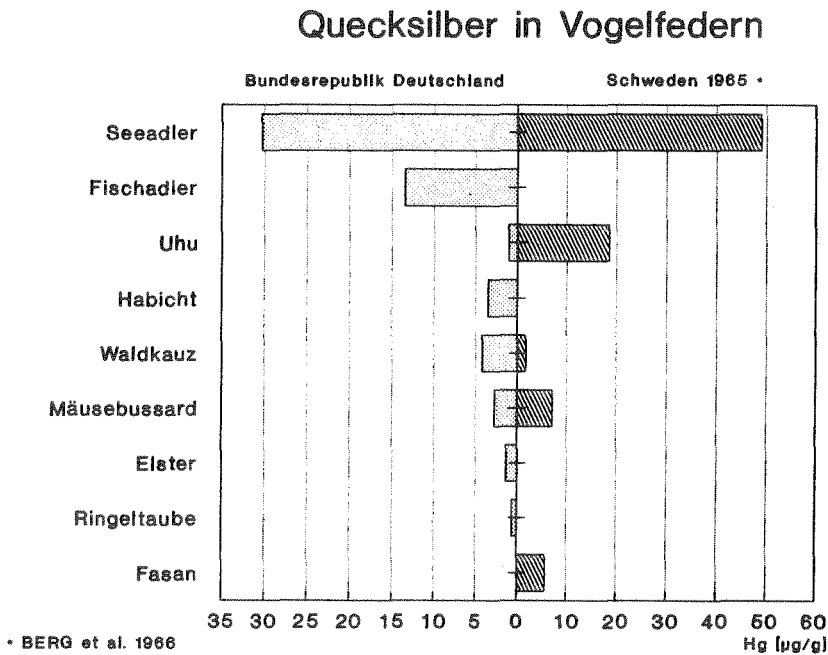


Abb. 4 Vergleich der Quecksilberbelastung in Federn verschiedener Vogelarten mit Literaturdaten (BERG et al. 1966).

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Vogelfedern sind ausgezeichnete Biomonitoren zur Erfassung der Quecksilberbelastung von Landschaftsausschnitten:

- Durch die Auswahl geeigneter Arten, wie großräumig aktiven Spitzenprädatoren, ist ein Überblick über repräsentative Landschaftsausschnitte und Nahrungsketteneffekte durch die Analyse nur weniger ausgewählter Federn möglich.
- Die Probennahme von Federn ist ohne Beeinträchtigung der jeweiligen Individuen möglich und empfiehlt sich damit besonders unter Tier- und Naturschutzaspekten.

- Federn als abgestorbene Gewebe sind besonders leicht zu lagern. Die Probennahme durch das Aufsammeln von Mauserfedern ist problemlos und erfordert keine aufwendige Konservierung. Quecksilberverluste aus der Matrix sind unwahrscheinlich, da organisches Quecksilber relativ fest im Keratin gebunden ist (CREWETHER et al. 1965; APPELQUIST et al. 1984) und darüber hinaus ein geringes Risiko für Sekundärkontaminationen besteht.
- Die neuentwickelte Feststoff-AAS bietet eine ideale Analyseverfahren für Metalle in Vogelfedern. Die relativ hohen Metallgehalte in Federn garantieren eine ausreichende Präzision; die Grundsubstanz der Feder, das Keratin, hat kaum Matrixeffekte beim Atomisierungsschritt. Die Feststoff-AAS erlaubt einen im Vergleich zu anderen Analysemethoden hohen Probendurchsatz pro Zeit. Für die Analyse werden nur Mikroproben benötigt und dadurch steht dieselbe Federprobe für weitere Metallbestimmungen zur Verfügung.

## DANKSAGUNG

Rückstandsanalytische Untersuchungen an Wildtierproben setzen die Zusammenarbeit mit entsprechenden Artbearbeitern aus dem Freiland voraus, da Labor- und Freilandarbeiten, zumal an verschiedenen Vogelarten, aufgrund ihres Arbeits- und Zeitanspruches nicht gleichzeitig zu bewerkstelligen sind. Für die hier vorgestellten Untersuchungen wurden uns freundlicherweise Mauserfedern von folgenden Personen zur Verfügung gestellt:

W. BERGERHAUSEN, EGE, Heimbach-Hausen,  
 Dr. W. und H. EICHSTÄDT, Nationalpark Müritzsee, Waren,  
 Dr. E. NOWAK, BFANL, Bonn,  
 P. SÖMMER, Naturschutzstation Wobnitz.

Finanziert wurden die Untersuchungen durch fremde FE Forschungsmittel des Forschungszentrums Jülich.

## LITERATUR

- APPELQUIST, H., ASBIRK, S. & DRABAEK, I. (1984): Mercury monitoring: mercury stability in birds feathers. *Mar.Poll.Bull.* 15: 22-24.
- BERG, W., JOHNELS, A., SJÖSTRAND, B. & WESTERMARK, T. (1966): Mercury content in feathers of Swedish birds from the past 100 years. *Oikos* 17: 71-83.
- BORG, K.H., WANNTROP, H., ERNE, K. & HANKO, E. (1969): Alkyl mercury poisoning in terrestrial Swedish wildlife. *Viltrevy* 6: 301-379.
- BRAUNE, B.M. (1987): Comparison of total mercury levels in relation to diet and molt for nine species of marine birds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16: 217-224.
- BÜHLER, U. & NORHEIM, G. (1981): The mercury content in feathers of the Sparrowhawk *Accipiter gentilis* in Norway. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 5: 43-46.

- CREWTER, W.G., FRASER, R.D.B., LENOX, F.G. & LINDLEY, H. (1965): The chemistry of keratins. In: *Advances in Protein Chemistry*, Vol.20: 191-303.
- ELLENBERG, H. (1981): Was ist ein Bioindikator? - Sind Greifvögel Bioindikatoren? In: ELLENBERG, H. (Bearb.): *Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa*. *Ökol. Vogel* 3, (Suppl.): 83-99.
- ELLENBERG, H., DIETRICH, J., STOEPLER, M. & NÜRNBERG, H.W. (1986): Habicht-Mauserfedern als hochintegrierende Biomonitoren für die Schadstoffbelastung von Landschaftsausschnitten. *Allg. Forstz.* 41(1/2): 23-25
- EVANS, P.R., UTTLEY, J.D., DAVIDSON, N.C. & WARD, P. (1987): Shorebirds (S.Os Charadrii and Scolopaci) as agents of transfer of heavy metals within and between estuarine ecosystems. In: Coughtrey, P.J., Martin, M.H. & Unsworth, M.H. (eds.): *Pollutant transport and fate in ecosystems*. Spec. Publ. No.6 of the Brit.Ecol.Soc., Blackwell Scientific Publications, Oxford: 337-352.
- FISCHER, W. (1984): *Die Seeadler*. Neue Brehm Bücherei. Wittenberg/Lutherstadt.
- FURNESS, R.W., MUIRHEAD, S.J. & WOODBURN, M. (1986): Using bird feathers to measure mercury in the environment: relationships between mercury content and moult. *Mar. Poll. Bull.* 17: 27-30.
- FURNESS, R.W., LEWIS, S.A. & MILLS, J.A. (1990): Mercury levels in the plumage of Red-billed Gulls *Larus novachollandiae scopulinus* of known sex and age. *Environ. Pollut.* 63: 33-39.
- HAHN, E. (1984): Welche der mitteleuropäischen Eulenarten eignet sich als Biomonitor? Diplomarbeit. Univ. Saarbrücken.
- HAHN, E. (1991): Schwermetallgehalte in Vogelfedern - ihre Ursache und der Einsatz von Federn standorttreuer Vogelarten im Rahmen von Bioindikationsverfahren. Diss. Univ. Bonn, Jül.-Ber. Nr. 2493, 159 S.
- HAHN, E. & HAHN, K. (1990): Freiland- und rückstandsanalytische Untersuchungen mit Vogelfedern zur Erfassung der integralen Schwermetallbelastung in Probennahmegebieten der Umweltprobenbank und Vergleichsgebieten. Abschlussbericht KFA-Jülich, 55 S.
- HAHN, E., HAHN, K., MOHL, C. & STOEPLER, M. (1990): Zeemann SS-GFAAS - an ideal method for the evaluation of lead and cadmium profiles in bird's feathers. *Proceedings of the 3rd International Solid Sampling Colloquium, Wetzlar 1988*, Fresenius Z. Anal. Chem. 337: 306-309.
- HONDA, K., NASU, T. & TATSKAWA, R. (1986): Seasonal changes in mercury accumulation in the Black-eared Kite, *Milvus migrans lineatus*. *Environ. Pollut. Ser. A* 42: 325-334.
- JENSEN, S., JOHNELS, A.G., OLSSON, M. & WESTERMARK, T. (1972): The avifauna of Sweden as indicators of environmental contamination with mercury and chlorinated hydrocarbons. *Proc. Int. Orn. Congr.* 15: 455-465.
- JOHNELS, A., TYLER, G. & WESTERMARK, T. (1979): A history of mercury levels in Swedish fauna. *Ambio* 8: 160-168.
- KÜHNAST, O. & ELLENBERG, H. (1990): Schwermetalluntersuchungen (Cadmium, Kupfer, Blei) in Federn von Elstern (*Pica pica* L.) und Habicht (*Accipiter gentilis* L.) als flächenhaft integrierendes Biomonitoring für Luft-Schadstoffeinträge im südöstlichen Schleswig-Holstein. *Corax*, 13(3): 309-325.
- KOEMAN, J.H., VINK, J.A. & DEGOEIJ, J.J.M. (1969): Causes of mortality in birds of prey and owls in the Netherlands in winter of 1968-1969. *Ardea* 57: 67-76.

OEHME, G. (1981): Zur Quecksilberrückstandsbelastung tot aufgefundenener Seeadler - *Haliaeetus albicilla* (L.) - in den Jahren 1967-1978. *Hercynia* (Leipzig) N.F. 18(4): 353-364.

RUTHENBERG, H. (1990): Todesursache: Quecksilber. *Alle Jahre wieder?* Falke, Heft 8: 252-255.

STRESEMANN, E. & STRESEMANN, V. (1966): Die Mauser der Vögel. *J. Orn.* 107, Sonderheft.

THOMPSON, D.R. & FURNESS, R.W. (1989): Comparison of the levels of total and organic mercury in seabird feathers. *Mar. Poll. Bull.* 20, No. 11: 577-579.

Anschrift der Verfasser: Karin und Dr. Edmund Hahn, Auf der Heide 16, 5170 Jülich-Welldorf



## POPULATIONSBIOLOGIE DER VÖGEL UND ÖKOTOXIKOLOGIE CHEMISCHER PFLANZENSCHUTZMITTEL

Avian population biology and the environmental toxicology of pesticides

ERWIN RUDOLF SCHERNER

Gesellschaft für biologische Landeserkundung, Garrel

### Summary

The detrimental effects of certain factors on, for instance, the metabolism, behaviour or longevity may concern the individual's fitness, but not necessarily the population's viability. Consequently, population-level investigations cannot be considered as a suitable approach to reveal the total effects of pesticide use on bird populations. On the other hand, experiments with caged birds may provide convincing evidence of causality. In general, field studies encounter serious methodic difficulties which often seem to be insurmountable. This dilemma reveals the fact that environmental toxicology "merely" constitutes a sophisticated view of complex cause-and-effect relationships. A deep understanding of avian population dynamics forms an indispensable precondition for environmental toxicology. In this respect, however, Central European birds have been neglected. In order to create a pertinent linkage between environmental toxicology and avian population biology, it seems necessary to regard social behaviour, migratory habits and reproduction patterns as essential traits of specific life-history strategies which are responsible for the mechanisms regulating population size.

### DAS DILEMMA GEGENSÄTZLICHER BETRACHTUNGSWEISEN

Die Avifauna Mitteleuropas befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel. Sie konvergiert gegen ein Strukturbild, in dem häufige, weit verbreitete Arten geringer Körpergröße dominieren, und zwar solche, die Sperlingsvögel (Passeriformes) bzw. Landvögel sowie auf Holzpflanzen angewiesen sind und hauptsächlich oder ausschließlich in Europa überwintern (z.B. SCHERNER 1977, 1980a; BEZZEL 1979, 1982). Es handelt sich um eine Uniformierung zu Lasten regionaler und lokaler Unterschiede und Besonderheiten. Die Ursachen sind gewiß vielfältig, einwandfreie Kausalnachweise jedoch seltene Ausnahmen.

Die Schwarze Holunderlaus (*Aphis sambuci*) und der Höckerschwan (*Cygnus olor*) bieten gut dokumentierte Beispiele dafür, daß die Verlagerung von Verbreitungspunkten sowie das Entstehen neuer und das Erlöschen bisheriger Vorkommen Ereignisse sind, die mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten eintreten, selbst wenn die Umwelt langfristig konstant bleibt (TAYLOR & TAYLOR 1979; SCHERNER 1989c). Dagegen wird in der öffentlichen Diskussion üblicherweise jede Änderung eines Tierbestandes spontan als Symptom einer Umweltänderung gedeutet und z.B. auf Landwirtschaft, Deutsches Weidwerk oder natürliche Feinde zurückgeführt. Damit stellt sich das Problem der Unterscheidung zufälliger und gerichteter Änderungen der Populationsgröße. Ein ak-

tuelles, vielbeachtetes Beispiel dafür bietet die Entwicklung des Weltklimas. So kann eine außergewöhnliche Häufung trockenwarmer Sommer in Mitteleuropa im Rahmen zufälliger Abweichungen vom bisherigen "Erwartungswert" liegen oder aber Ausdruck einer zunehmenden Eintrittswahrscheinlichkeit sein (mit entsprechend erhöhtem "Erwartungswert"). Eine hinreichend zuverlässige Klärung muß hier prinzipiell **nachträglich** erfolgen, weil die empirische Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten genügend große Beobachtungsreihen voraussetzt.

Mit dem Pflanzenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland wird der Ökotoxikologie eine präventive Aufgabe zugewiesen: Die Frage nach dem Gefährdungspotential bestimmter Chemikalien ist durch Wahrscheinlichkeitsaussagen über **mögliche** Ereignisse zu beantworten ("Risikoabschätzung"). Eine andere Zielsetzung resultiert aus dem Strukturwandel der mitteleuropäischen Avifauna: Die Frage nach den Gründen erfordert hinreichend zuverlässige Aussagen über **eingetretene** Effekte ("Kausalnachweise"). In diesem Dilemma unterschiedlicher Betrachtungsweisen existiert ein beträchtlicher Freiraum für Generalisierungen und Simplifizierungen, die in krassem Gegensatz stehen zur Realität lebender Systeme und komplexer Ursache-Wirkungsgefüge. So stellt sich die Frage nach Möglichkeiten und Grenzen der Ökotoxikologie.

## WIRKUNGSMECHANISMEN UND NACHWEISPROBLEMATIK

Sofern Struktur und Dynamik eines Vogelbestandes aus den Leistungen seiner Mitglieder resultieren, ist die individuelle Leistungsfähigkeit von zentraler Bedeutung für die "Vitalität" der Population. Maßgebliche Komponenten dabei sind die Sterbewahrscheinlichkeit (Überlebensfähigkeit) und die Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Fortpflanzung (Reproduktionsfähigkeit: Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Tier zur Fortpflanzung schreitet, sowie Wahrscheinlichkeiten für das Schlüpfen der Jungen und das Selbständigwerden der Nachkommen). Der von chemischen Pflanzenschutzmitteln ausgehende Einfluß auf Bestandsgröße oder -zusammensetzung ist demnach an Wirkungen gebunden, welche das Individuum betreffen (vgl. Abb. 1).

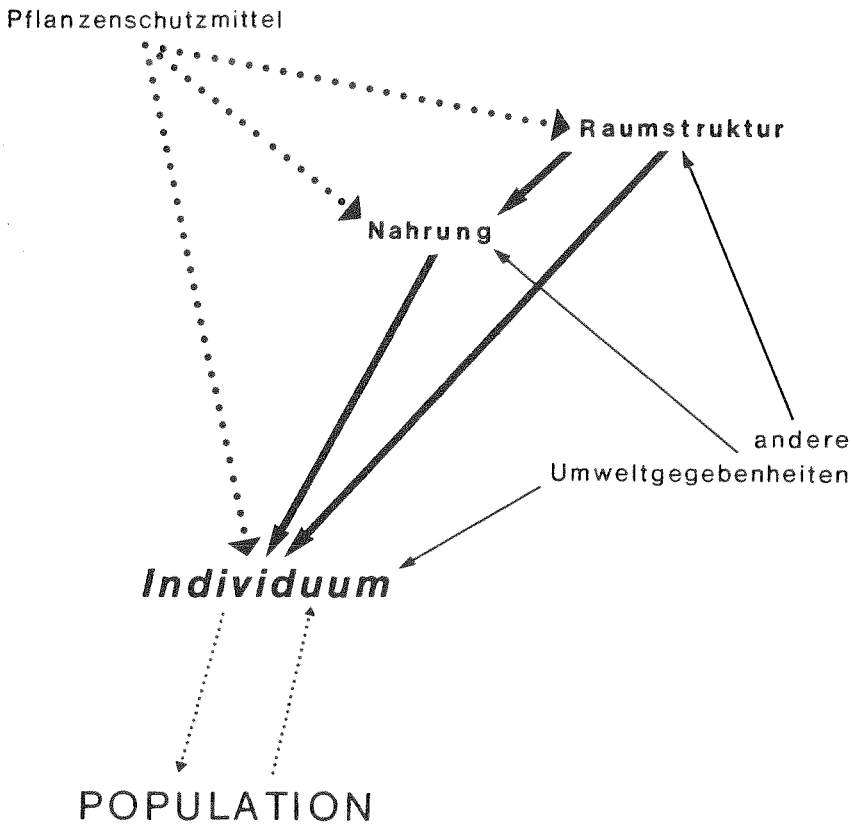


Abb. 1 Pflanzenschutzmittel, Individuum und Population in einem System potentieller Wirkungswege (Grundmuster).

Experimentelle Beobachtungen an Volieren- bzw. Labortieren eröffnen die Möglichkeit zur Analyse unmittelbarer Einflüsse eines Pflanzenschutzmittels z.B. auf Stoffwechsel, Verhalten oder Lebensdauer von Individuen. Erhebliche Schwierigkeiten bereitet dagegen die Erfassung indirekter, etwa durch Änderungen von Raumstruktur und/oder Nahrung bedingter Effekte, wie sie besonders im Zusammenhang mit Herbiziden und Insektiziden denkbar sind. Wegen ihrer Bindung an die normale Umgebung des Vogels lassen sich die hier zu erwartenden Wirkungsmechanismen kaum simulieren, so daß Freilandversuche notwendig erscheinen.

Die normale, in Mitteleuropa jedoch selten "natürliche" Umgebung eines Vogels birgt viele Komponenten, welche direkt oder mittelbar auf das Individuum einwirken, dessen Leistungsfähigkeit zudem von Artgenossen (Population) abhängig ist, die beispielsweise als Rivalen oder Partner auftreten (vgl. Abb. 1). Durch solche "Störfaktoren" können Effekte eines Pflanzenschutzmittels abgeschwächt, verstärkt, verdeckt oder vorgetäuscht werden. Frei-

landversuche erfordern deshalb den analytischen Ausschluß anderer, für die Fragestellung irrelevanter Einflüsse, so daß geeignete Untersuchungsansätze einer aufwendigen Mehrfaktoren- oder Varianzanalyse gleichkommen. Die isolierte Betrachtung von Teilaspekten einer komplexen Situation führt jedoch zu konzeptionellen Problemen, wenn verschiedene Umweltgegebenheiten ein additiv-kompensatorisches System bilden, dem ebenfalls Bedeutung zukommt. Welche Ungewißheiten dabei entstehen können, zeigt die in Populationsstudien häufig angestrebte Identifizierung einzelner Mortalitätsursachen.

Vor allem Sterbefälle aus "natürlichen" Gründen dürften gewöhnlich das Resultat des Zusammenwirkens mehrerer Faktoren sein (Krankheiten, Parasiten, Nahrungsmangel etc.). Wer ist beispielsweise Verlustursache, wenn ein Kiebitz (*Vanellus vanellus*) durch Spaziergänger zum Verlassen des Nestes gezwungen und das Gelege anschließend von einer Aaskrähne (*Corvus corone*) geplündert wird? Ein Birkhuhn (*Tetrao tetrix*), das in einem strengen Winter erfroren aufgefunden wird, ist zweifellos verhungert, und so mag man den Tod auf Nahrungsmangel oder Kälte zurückführen. Möglicherweise jedoch hatte erst die mehrmalige Flucht vor Skiwanderern zur Erschöpfung der Energiereserven geführt. Vielleicht wären die Störungen belanglos geblieben, hätte nicht permanente Beunruhigung durch Ausflugsverkehr im Herbst die Bildung eines ausreichenden Fettdepots verhindert. Wie schwierig die Kausalfrage sein kann, zeigt schließlich das Beispiel von 89 Todesfällen nordwestdeutscher Höckerschwäne: immerhin 9 % waren von Tierärzten herbeigeführt worden ("Einschläfern" verletzter Individuen; SCHERNER unveröff.).

Werden zwei voneinander unabhängige Todesursachen durch die Sterberisiken  $m_A$  und  $m_B$  definiert, so beträgt die Wahrscheinlichkeit für das Überleben des Individuums  $s = 1 - m_A$  bzw.  $s = 1 - m_B$ . Sind in einem Gebiet jedoch beide Faktoren wirksam, so gilt  $s = (1 - m_A) \times (1 - m_B)$ . Daher entsteht beispielsweise mit  $m_A = 40\%$  und  $m_B = 20\%$  ein Sterberisiko  $(1 - s)$  von lediglich 52 statt 60 %. Demnach unterliegt auch die Mortalität einer Population einem additiv-kompensatorischen Verrechnungsprinzip.

Für das Schicksal eines Geleges, das während der störungsbedingten Abwesenheit des Brutvogels erkaltet, sind spätere Ereignisse bedeutungslos, und ein Rebhuhn (*Perdix perdix*), das vom Habicht (*Accipiter gentilis*) erbeutet wird, kann nicht anschließend dem Jäger zum Opfer fallen. Man stirbt eben nur einmal, und es wäre wohl populationsbiologisch zweckmäßig, könnte man etwa den Gebrauch eines für Feldsperlinge (*Passer montanus*) letalen Pflanzenschutzmittels auf die Wochen vor einem extrem strengen Winter beschränken. Beachtung verdient aber auch die Möglichkeit, daß Minderungen der Bestandsgröße den innerartlichen Wettbewerb um Raum, Nahrung oder andere Ressourcen entschärfen und so die Leistungsfähigkeit verbleibender Individuen erhöhen.

Aus den in der Populationsbiologie gebräuchlichen Konzepten dichteabhängiger "Kontrollmechanismen" und maximaler "Erträge" (z.B. WILSON & BOSSERT 1973) läßt sich ableiten, daß selbst drastische Schädigungen individueller Leistungsfähigkeit nicht immer die "Vitalität" eines Bestandes mindern müssen. So hat intensive Bejagung der Ringeltaube (*Columba palumbus*) das seit dem 19. Jahrhundert beobachtete Anwachsen der europäischen Population offenbar kaum

verringern können (s. SCHERNER 1980a). Dieses Beispiel zeigt freilich nur, daß Vogelbestände unter gewissen Bedingungen auch schwerwiegende Eingriffe tolerieren können. Dementsprechend ist die **Beeinträchtigung** durch Pflanzenschutzmittel letztlich nach jenen Individuen zu bemessen, die aufgrund dieser Substanzen **nicht** vorhanden sind. Die Quantifizierung solcher Defizite erfordert Vergleiche mit der ursprünglichen Situation (vor Anwendung der Chemikalien) oder einer gleichwertigen, "unbehandelten" Fläche. In beiden Fällen stellt sich das Problem der Beeinflussung durch Faktoren, die für die Fragestellung irrelevant sind, so daß Untersuchungsansätze einer aufwendigen Mehrfaktoren- oder Varianzanalyse gleichkommen müssen.

Faktoren, welche direkt oder mittelbar auf das Individuum einwirken und folglich auch die "Vitalität" einer Population beeinflussen können, sind allgegenwärtig. In einem Naturschutzgebiet bei Garmisch-Partenkirchen erlosch der Birkhuhn-Bestand, "während in der Umgebung die Flurbereinigung starke Entwässerungen durchführte, Trimmdichpfade und sogar ein Sportflugplatz angelegt wurden" (BEZZEL & LECHNER 1978). Diese Komplexität wird übertroffen durch Veränderungen in Moorgebieten bei München: "Entwässerungen, wilde Siedlungen, Straßenbauten und der daraufhin einsetzende Autoverkehr, Rundfunksende-, Sportanlagen (Regatta), Sport- und Modellflugbetrieb, Zäune, Spaziergänger, Photo- und Filmleute, Wochenendrummel, Industrialisierung und Fasanenkult haben seit 20 Jahren das Birkwild bis auf das letzte Huhn vertrieben" (BEZZEL et al. 1981). Es wäre wohl unsinnig, wollte man hier klären, wieviele Birkhühner z.B. wegen der Entwässerungen oder aufgrund von Straßenbauten verloren gegangen sind. So ist zu befürchten, daß Pflanzenschutzmittel und andere, auch unbekannte Gegebenheiten (Störfaktoren) in einen nachträglich (analytisch) unauflösbaren Zusammenhang geraten, indem ein System entsteht, dessen Konsequenzen nicht unbedingt einem direkten, linearen Kausalschema folgen oder auf eine bestimmte Einzelkomponente zurückgeführt werden können.

Sterblichkeit, Vermehrung und die hohe Mobilität der Vögel bedingen, daß die Anzahl der in einem Gebiet vorhandenen Individuen einer Spezies saisonal und auch kurzfristig wechselt. In ornithologischen Studien wird deshalb das numerische Konzept einer Population als geographisch definierte Menge gleichartiger Individuen allgemein auf den Brutbestand bezogen (Gesamtheit reproduktiver oder territorialer Individuen bzw. Paare). Die dabei berücksichtigten Areale umfassen meist 0,1–0,4 km<sup>2</sup> (SCHERNER 1981). Ebenfalls klein sind gewöhnlich die vom Gebrauch eines Pflanzenschutzmittels betroffenen Flächen. Diese Situation erfordert Betrachtungen des Ansiedlungsverhaltens, während die in Modellen ("Wachstumsgleichungen") häufig angestrebte Ableitung der Abundanzdynamik allein aus den Leistungen der Brutvögel und den Überlebensraten ihrer Nachkommen zu unrealistischen Analysen führt.

Informationen über das Ansiedlungsverhalten einiger weit verbreiteter Kleinvögel ergeben sich aus Untersuchungen von BERNDT & STERNBERG (1965, 1969):

Blaumeise (*Parus caeruleus*): 43 % der einjährigen, erstmals zur Fortpflanzung schreitenden Weibchen siedelten weiter als 1 km vom Geburtsort entfernt, nur 40 % im Umkreis von 500 m (maximal 471 m nachgewiesen).

Kleiber (*Sitta europaea*): Fast 55 % der einjährigen, erstmals zur Fortpflanzung schrei-

tenden Weibchen siedelten weiter als 1 km vom Geburtsort entfernt, nur 14 % im Umkreis von 500 m (maximal 24 km nachgewiesen).

Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*): Etwa 50 % der einjährigen, erstmals zur Fortpflanzung schreitenden Weibchen siedelten weiter als 1 km vom Geburtsort entfernt, nur 38 % im Umkreis von 500 m (maximal 70–80 km nachgewiesen). Von den älteren Weibchen nisteten durchschnittlich 85 % weiter als 1 km vom vorjährigen Brutplatz entfernt (maximal 235 km nachgewiesen).

Geringe Ortstreue, wie sie bei Trauerschnäppern sowie jungen Blaumeisen und Kleibern üblich ist, bedingt für kleine Gebiete einen regelmäßigen Individuenaustausch, indem Tiere emigrieren und andere zuwandern. Damit aber kann eine Lokalpopulation (nahezu) unabhängig werden von den eigenen Fortpflanzungsleistungen. Beispiele dafür bieten Brutvögel (geschlüpft im Zeitraum 1972–1978) einer 0,9 km<sup>2</sup> umfassenden Waldfläche 1979 bei Göttingen (SCHERNER unveröff.):

Kohlmeise (*Parus major*): Von 29 nistenden Weibchen waren nur drei im Gebiet aufgewachsen (10 %).

Blaumeise: Elf nistende Weibchen entstammten ausnahmslos der Umgebung.

Trauerschnäpper: Von elf nistenden Weibchen waren vier im Gebiet aufgewachsen (36 %).

Ähnlich waren von 83 Sandregenpfeifern (*Charadrius hiaticula*), die 1980 ein 0,13 km<sup>2</sup> großes Naturschutzgebiet besiedelten, lediglich 29 % auf dieser Fläche geschlüpft (SIEFKE 1982).

Die Relation zwischen Ansiedlungsverhalten und Flächengröße führt zu einem wesentlichen Prinzip: Je geringer die Ortstreue einer Art und je kleiner das betrachtete Gebiet ist, desto mehr wird die dortige Population vom Bruterfolg anderer Lokalpopulationen abhängig. Dementsprechend wächst die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein Pflanzenschutzmittel hauptsächlich Anzahl oder Leistungen von später ohnehin abwandernden Individuen mindern. Zugleich verkürzt sich die zum Erreichen der ursprünglichen Bestandsgröße notwendige "Rückkehrzeit", da vorausgegangene Ereignisse (Wirkungen) keinen unmittelbaren Einfluß auf Zuwanderer haben.

Mit wachsender Ortstreue oder zunehmendem Flächenumfang verstärkt sich der Zusammenhang zwischen aktueller Größe und vorherigen Fortpflanzungsleistungen der Lokalpopulation (s. auch SIEFKE 1982), so daß die Bedeutung von Störungen oder Beeinträchtigungen erhöht wird.

Die "Rückkehrzeit" steht in engem Zusammenhang mit der Immigrationsrate. Sind andere Lokalpopulationen klein oder weit entfernt, werden Einwanderungen selten oder gar unmöglich. Diese Isolation ist vor allem bei großräumig seltenen Arten und Bewohner sporadisch verteilter Sonderstandorte zu erwarten. So kann es andererseits kaum verwundern, daß der früher üblichen Bekämpfung (Vergiftung) von Haussperlingen (*Passer domesticus*) stets nur vorübergehende Wirkung beschieden war, deren Nachhaltigkeit von der Anzahl simultan betroffener Ortschaften (vernichteter Lokalpopulationen) abhängig war (s. auch PREISER 1957).

Für kleine, isolierte Populationen (Gebiete) besteht generell eine hohe Anfälligkeit gegenüber Störungen, d.h. eine geringe Belastbarkeit. Im Hinblick auf Alters- und Erbstruktur sowie Lebenserwartung des Bestandes sind rasche, schwerwiegende Veränderungen möglich.

## MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER ÖKOTOXIKOLOGIE

Einführung und kommerzieller Vertrieb chemischer Pflanzenschutzmittel sind in Deutschland an ein Zulassungsverfahren gebunden, in dem "alle wesentlichen und relevanten biologischen, ökologischen und toxikologischen Fragen beantwortet werden müssen, für die es experimentell-naturwissenschaftliche Untersuchungen gibt" (HULPKE 1981). Demnach besteht ein Prüfungssystem, das dem standardisierten Fütterungsversuch mit Volieren- bzw. Labortieren maßgebliche Bedeutung zuweist. Analysen möglicher Gefährdungen der Avifauna betreffen deshalb primär die Leistungsfähigkeit von Individuen. Sie berücksichtigen direkte Wirkungen und gelegentlich auch mittelbare Effekte (sog. Sekundärvergiftungen z.B. durch Rodentizide). Dabei handelt es sich um Aufgabenstellungen der Toxikologie, die hier nicht selten als "Ökotoxikologie" gilt (z.B. BECKER 1982).

Das Pflanzenschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland verlangt die Abwendung von Gefahren für Tier- und Pflanzenarten (s. auch ROTHERT 1990). Arten sind jedoch abstrakte Einheiten, die uns konkret als Populationen begegnen. Abhängigkeiten von Umweltgegebenheiten und Reaktionen auf aktuelle oder künftige Anwendungen eines Pflanzenschutzmittels müssen deshalb unter ökologischen, genetischen und evolutionären Gesichtspunkten der Populationsbiologie betrachtet werden; denn Artenschutz ist Populationsschutz (SCHERNER 1990). Den konzeptionellen Rahmen bildet ein komplexes Wirkungsgefüge (Abb. 1), das eine umfassende, buchstäblich "(syn)ökologische" Analyse erfordert (Ökotoxikologie). Dabei darf auch die Möglichkeit von Effekten, die einen Vogelbestand begünstigen, nicht a priori ausgeschlossen sein.

Da Einflüsse z.B. auf Stoffwechsel, Verhalten oder Lebensdauer von Individuen nicht unbedingt auch die "Vitalität" eines Vogelbestandes betreffen, ist a priori zu erwarten, daß in Populationsstudien keineswegs sämtlich Effekte eines Pflanzenschutzmittels sichtbar werden. Andererseits bieten Volieren- bzw. Labortiere günstige Voraussetzungen für einwandfreie Wirkungsnachweise, während Freilanduntersuchungen mit erheblichen methodischen Schwierigkeiten verbunden sind, die oft unüberwindlich erscheinen. In diesem Dilemma offenbart sich Ökotoxikologie als eine spezielle **Betrachtungsweise**. (Entgegen einer auch bei Laien häufigen Auffassung ist Biologie eben keine handwerkliche Beschäftigung, sondern eine intellektuelle Angelegenheit.)

## POPULATIONSBIOLOGIE ALS GRUNDLAGE DER ÖKOTOXIKOLOGIE

Ökotoxikologie ist eine auf Umweltsituationen bezogene Betrachtung der Besonderheiten chemischer Substanzen sowie der Eigenschaften von Individuum und Population. Ziele sind das Erkennen möglicher Ereignisse und die Identifizierung der Bedingungen, unter denen gewisse Effekte eintreten können. Zu den analytischen Voraussetzungen zählt insbesondere auch das tiefgreifende Verständnis der Dynamik heimischer Vogelbestände. Letzteres fehlt jedoch weitgehend. Anders

als etwa in Nordamerika oder Großbritannien und trotz fundamentaler Bedeutung für den Artenschutz bildet nämlich Populationsbiologie in Mitteleuropa gegenwärtig keinen Schwerpunkt biologischer Forschung (CURIO 1989; SCHAEFER 1989; SCHERNER 1990).

Im deutschen "Wissenschaftsbetrieb" ist Populationsbiologie weitgehend durch das Sammeln demographischer Daten definiert, und folgerichtig liefern die Speicherkapazitäten dabei gebräuchlicher EDV-Anlagen den adäquaten Qualifikationsmaßstab von Forschern und Instituten. Das gilt auch für die Untersuchung heimischer Vogelbestände. Hier erweist sich der in den letzten Jahrzehnten erzielte Wissenszuwachs großenteils als Vermehrung lokaler Zählergebnisse und regionaler Verbreitungskarten, und die biologische Bedeutung derartiger Befunde bleibt häufig unbeachtet, weil Fehlinterpretationen induktiver Statistik das analytische Vorgehen auf die Frage nach einer sinnlosen "Signifikanz" reduzieren (s. SCHERNER 1989a, 1989b). Grundlegend neue, das Verständnis der Bestandsdynamik fördernde Erkenntnisse sind so kaum zu erwarten.

Die ornithologische Populationsbiologie kann ihre Funktion als Grundlage der Ökotoxikologie nur erfüllen, wenn sie berücksichtigt, daß Sozial-, Wander- und Reproduktionsverhalten stets Ausdruck einer bestimmten Lebenslaufstrategie sind, die einen speziellen Mechanismus der Bestandsregulation festlegt. So bedingt das Ansiedlungsverhalten vieler Arten, daß die lokale Abundanz eine Konsequenz regionaler Dispersionsdynamik darstellt und die Größe eines konkreten, räumlich begrenzten Brutbestandes nicht durch Gleichungen definiert werden kann, die das exponentielle oder logistische Wachstum abstrakter Populationen beschreiben (Beispiel s. SCHERNER 1989c). Eine weitere, bisher kaum erkannte Besonderheit ist bei langlebigen Arten zu erwarten. Individuelle Unterschiede hinsichtlich Beginn, Dauer und Kontinuität der Fortpflanzungsleistungen stehen im Zusammenhang mit Lebenslaufstrategien, welche die Möglichkeit eröffnen, daß eine erhöhte Anzahl reproduktiver Tiere einen Populationsrückgang signalisiert und die methodisch vorteilhafte Erfassung von Brutpaaren (ohne immature Vögel und adulte Nichtbrüter) zu Fehlbewertungen führt (Beispiel s. SCHERNER 1990, 1991).

## LITERATUR

- BECKER, H. (1981): Prüfung und Zulassung von Pflanzenbehandlungsmitteln. In: ELLENBERG, H. (Bearb.): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. Ökol. Vogel 3, (Suppl.): 55-64.
- BERNDT, R. & STERNBERG, H. (1965): Schematische Darstellung der Ansiedlungs-Formen bei weiblichen Trauerschnäppern (*Ficedula hypoleuca*). J. Orn. 106: 285-294.
- BERNDT, R. & STERNBERG, H. (1969): Über Begriffe, Ursachen und Auswirkungen der Dispersions bei Vögeln. Vogelwelt 90: 41-53.
- BEZZEL, E. (1979): Allgemeine Veränderungstendenzen in der Avifauna der mitteleuropäischen Kulturlandschaft. Vogelwelt 100: 8-23.
- BEZZEL, E. (1982): Vögel in der Kulturlandschaft. Stuttgart.



- BEZZEL, E. & LECHNER, F. (1978): Die Vögel des Werdenfeler Landes. Vogelk. Bibliothek 8, Greven.
- BEZZEL, E., GLÄNZER, U. & WÜST, W. (1981): *Lyrurus tetrix* (L., 1759) Birkhuhn. - In: WÜST, W.: Avifauna Bavariae. Bd. 1 München: 442-448.
- CURIO, E. (1989): Defizitbereiche bundesdeutscher Biologie. Biol. heute 364: 3-5 (Beilage zu: Naturwiss. Rdsch. 42 (5)).
- HULPKE, H. (1981): Produktion und Ausbringung von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland seit dem zweiten Weltkrieg unter besonderer Berücksichtigung der chlorierten Kohlenwasserstoffe. In: ELLENBERG, H. (Bearb.): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. Ökol. Vögel 3, (Suppl.): 43-52.
- PREISER, F. (1957): Untersuchungen über die Ortsstetigkeit und Wanderung der Sperlinge (*Passer domesticus domesticus* L.) als Grundlage für die Bekämpfung. Diss. landwirtsch. Hochsch. Hohenheim.
- ROTHERT, H. (1990): Abwägungs- und Entscheidungsprozesse bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Hinblick auf deren Auswirkungen auf Vögel und Säugetiere. In: PELZ, H.-J. (Hrsg.): Pflanzenschutz und Wirbeltierschutz - Probleme und Lösungsansätze. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Berlin-Dahlem 264: 23-31.
- SCHAEFER, M. (1989): Zur Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie in Göttingen: ein längeres Vorwort. Verh. Ges. Ökol. 17: 11-13.
- SCHERNER, E.R. (1977): Struktur und Dynamik der Avifauna des Sollings. Verh. Ges. Ökol. Göttingen 1976: 145-160.
- SCHERNER, E.R. (1980a): *Columba palumbus* Linnaeus 1758 - Ringeltaube. - In: GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (Hrsg.): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 9. S. 64-97, Wiesbaden.
- SCHERNER, E.R. (1980b): Vogel und Umwelt im Solling. Faun. Mitt. Süd-Niedersachsens 3: 1-240.
- SCHERNER, E.R. (1981): Die Flächengröße als Fehlerquelle bei Brutvogel-Bestandsaufnahmen. In: ELLENBERG, H. (Bearb.): Greifvögel und Pestizide - Versuch einer Bilanz für Mitteleuropa. Ökol. Vögel 3: 145-175.
- SCHERNER, E.R. (1989a): Welche Signifikanz haben Ergebnisse langfristiger Brutvogel-Bestandsaufnahmen? Limicola 3: 137-143.
- SCHERNER, E.R. (1989b): "Trendanalysen" mit Fangzahlen. Beitr. naturk. Niedersachsens 42: 100-104 / Falke 36: 420-422.
- SCHERNER, E.R. (1989c): Aspekte der Dispersionsdynamik des Höckerschwans (*Cygnus olor*) in Nordwestdeutschland. Verh. Ges. Ökol. 18: 729-739.
- SCHERNER, E.R. (1990): Wendehals und Populationsbiologie - der "Vogel des Jahres 1988" und die Pflicht zur Forschung. Laufender Seminarbeitr. 3/89: 24-39.
- SCHERNER, E.R. (1991): Konkrete und abstrakte Populationen des Höckerschwans (*Cygnus olor*) in Nordwestdeutschland. Verh. Ges. Ökol. 19 (2), 1990: 226-235.

- SIEFKE, A. (1982): Größe und Struktur eines Brutbestandes des Sandregenpfeifers, *Charadrius hiaticula*, in ihren Beziehungen zu Dismigration und lokalen Umwelteinflüssen (I). Beitr. Vogelk. 28: 89-106.
- TAYLOR, R.A.J. & TAYLOR, L.R. (1979): A behavioural model for the evolution of spatial dynamics. - In: ANDERSON, R.M., TURNER, B. & TAYLOR, L.R.: Population Dynamics. S. 1-27, Oxford, Edinburgh und Melbourne, (20th Sympos. Brit. Ecol. Soc. London 1978).
- WILSON, E.O. & BOSSERT, W.H. (1973): Einführung in die Populationsbiologie. Berlin, Heidelberg und New York (Heidelberger Taschenbücher 133).

Anschrift des Verfassers: Dr. Erwin Rudolf Scherner, Gesellschaft für biologische Landeserkundung, Im Wiesengrund 5a, W-4594 Garrel

## DATENERFASSUNG ZUR INTERPRETATION VON BESTANDSVER- ÄNDERUNGEN DER VOGELWELT IN AGRARÖKOSYSTEMEN

Basic parameters for the interpretation of changes in bird  
populations of agro-ecosystems

HELMUT RANFTL

Institut für Vogelkunde der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,  
Weidenbach

### Abstract

The trapping of songbird species or mapping censuses of breeding birds produce similar results, and for many of the investigated species, significant trends can be calculated. For more than 50 % of these species the trends are exclusively or predominately negative. In many cases, the reasons for the decrease or extinction of populations are not known. The impact of pesticides is often presumed to be one of the causes for this development. To prove this assumption, a detailed knowledge of the application of pesticides is needed. In addition, data on population structure and requisites are needed as basic parameters for the conservation of species. Bird populations are modified by many parameters throughout the year. Therefore it is difficult to prove a causal relation between the application of pesticides and the decrease in bird populations or in the number of species. This paper briefly outlines methods for investigating these problems.

### EINLEITUNG

Die Darstellung der durchschnittlichen Aufwandmengen chemischer Pflanzenschutzmittel in den Landkreisen der alten Bundesländer hat die Diskussion über den möglichen Einfluß dieser Substanzen auf die Populationsparameter der Vögel neu belebt (GEMMEKE 1991). Die Karten zeigen sehr einprägsam die unterschiedlichen Aufwandmengen in den Landkreisen. Die Interpretation und Umsetzung der Ergebnisse in Feldversuche wird allerdings erschwert, da die reale Aufwandmenge je Hektar Acker u.a. von der Betriebsgröße abhängt. Auf Kleinbetrieben unter 10 ha Landwirtschaftlicher Nutzfläche (LF) erfolgt durchschnittlich zweimalige Behandlung der Ackerflächen mit Pflanzenschutzmitteln, auf Großbetrieben über 100 ha jedoch durchschnittlich sechsmal im Jahr. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß Brut- und Nahrungsreviere vieler Vogelarten relativ klein sind, so daß bei stark unterschiedlichen Betriebsgrößen die für den Landkreis berechnete durchschnittliche Aufwandmenge an Pflanzenschutzmitteln keine Aussage über den möglichen Einfluß dieser Substanzen auf die Fitness der ansässigen Vogelpopulationen zuläßt.

Der Rückgang von Vogelpopulationen der Agrarlandschaft ist in vielen Gebieten Mitteleuropas und darüberhinaus dokumentiert (z.B. OELKE 1985). Oft sind jedoch die Ursachen hierfür nicht genau bekannt. Sie können sehr vielfältig sein und auch in verschiedenen Bereichen des Jahresle-

bensraums einer Vogelpopulation eingreifen. Der Verlust von Strukturvielfalt und die zunehmend intensivere Bewirtschaftung von landwirtschaftlicher Nutzfläche scheinen wichtige Auslöser für Artenschwund und -rückgang zu sein. Sonst würden nicht winzige Refugialflächen von knapp einem Hektar Größe, die nicht oder nur extensiv bewirtschaftet werden und inmitten ortsüblich genutzten Dauergrünlandes liegen, positive Auswirkungen auf Artenspektrum, Individuenzahl und Stetigkeit zeigen (RANFTL & SCHWAB 1990).

Die Diskussion über den möglichen Einfluß von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf die Vogelwelt sollte dazu genutzt werden, alte Forderungen (z.B. BERTHOLD et al. 1986), die Ursachen des Artenschwundes zu analysieren, zu verwirklichen.

## METHODEN DER BESTANDSERHEBUNG

Vor- und Nachteile qualitativer, halbquantitativer und quantitativer Vogelbestandserhebungen während und außerhalb der Brutzeit werden unter Vogelkundlern seit Jahrzehnten intensiv diskutiert (z.B. BERTHOLD 1976). Viele Verfahren laufen nach standardisiertem Modus ab, so daß deren Daten, über einen längeren Zeitraum gesammelt und ausreichend großen Stichprobenumfang vorausgesetzt, gesicherte Aussagen über den Bestandstrend der Arten zulassen. Trotzdem wissen wir oft nicht, aus welchem Grund sich Abundanzwerte von Populationen ändern oder manche Gebiete gänzlich geräumt werden. Da im allgemeinen keine monokausalen Ursache - Wirkungsgefüge anzutreffen sind, vielmehr zahlreiche abiotische und biotische Faktoren den Populationstrend beeinflussen, sind fundierte Aussagen so schwierig.

SCHRÖPFER (1990) ist der Ansicht, daß rein zahlenmäßige Bestandserfassungen als Grundlagen für das Management im Artenschutz unbrauchbar sind. Sie berücksichtigen nicht das reproduktive Potential der Populationen. Als elegante Methode wird deshalb vorgeschlagen, als Grundlage für das Management im Artenschutz die Populationsparameter Natalität, Mortalität und Ätilität zu verwenden und außerdem das Requisitensortiment, also die Lebensraumqualität, zu berücksichtigen.

Da die Populationsparameter u.a. von abiotischen Faktoren beeinflußt werden, erscheint auch diese elegante Methode schwierig, sollen fundierte Ergebnisse erzielt werden. So wird z.B. der Reproduktionserfolg der Brachvogelpopulation (*Numenius arquata*) in einer 10 km<sup>2</sup> großen Inundationsfläche Nordbayerns u.a. nicht nur von der Höhe der Niederschläge sondern auch von deren Verteilung während der Brut- und Aufzuchtperiode dieser wiesenbrütenden Vogelart beeinflußt: Fällt großflächig im Einzugsgebiet des Hauptvorfluters kurzfristig starker Regen, wird das Brutgebiet überschwemmt, Gelege und/oder Jungvögel gehen verloren. Herrscht Trockenheit, trocknen die Gräben und sonstigen Feuchflächenreste aus; die Jungvögel verhungern. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Niederschläge von April bis Mitte Juni begünstigt hohen Reproduktionserfolg der Brachvögel. Schädliche Überschwemmungen oder Trockenheit bleiben aus, und die Landwirte können erst spät mit der Mahd beginnen.

## UNTERSUCHUNG DES MÖGLICHEN EINFLUSSES VON CHEMISCHEN PFLANZEN-SCHUTZMITTELN AUF VOGELPOPULATIONEN

Auch zugelassene chemische Pflanzenschutzmittel könnten einen Faktor darstellen, der Populations-Parameter der Vogelgesellschaften landwirtschaftlicher Nutzflächen beeinflusst. Um direkte oder indirekte Wirkungen zu untersuchen, erscheint der Vergleich des Reproduktionserfolges von Vogelpopulationen der Kulturlandschaft in Landkreisen mit geringem oder hohem durchschnittlichen Pflanzenschutzmittel-Einsatz nicht ausreichend. Für fundierte Aussagen ist das möglichst detaillierte Erfassen des Faktorengefüges nötig.

### Laborversuche

Nicht nur bei der Formulierung neuer chemischer Pflanzenschutzmittel mit neuen Wirkstoffen sind Laborversuche vorgeschrieben und nötig. Wichtig ist auch die Prüfung möglicher synergistischer Wirkungen von zwei und mehr Substanzen, da Vögel im Gelände je nach Lage ihrer Brut- und Nahrungsreviere mit unterschiedlichen chemischen Pflanzenschutzmitteln in Kontakt kommen und sie mit der Nahrung aufnehmen können.

Da mono- und oligophage Vogelarten bei uns die Ausnahme darstellen, können die Ergebnisse von Fütterungsversuchen nicht ohne weiteres auf das Freiland übertragen werden. Auch die Fitness gekäfigter Tiere über lange Generationsreihen hinweg läßt keine Aussagen über die Situation im Freiland zu.

### Feldversuche

Die Feldversuche sollten zwei Schwerpunkte aufweisen:

#### Monitoring

Mit langfristig angelegten, standardisierten Bestandserhebungen sind bei geeigneter Auswahl der Untersuchungsflächen und Ökosystemtypen fundierte Aussagen über den Bestandstrend von Vogelarten und -populationen großer Gebiete möglich. Dabei sollten unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen, z.B. standardisierter Fang ziehender Vögel (BERTHOLD et al. 1986), Siedlungsdichte-Untersuchungen der Brutvögel nach der Kartierungsmethode (OELKE 1985) etc. Die Ergebnisse des Monitoring müssen noch durch populationsbiologische Parameter ergänzt werden.

#### Erfassung populationsbiologischer Parameter

Damit kann versucht werden, Ursachen für Änderungen der Abundanzwerte zu ergründen. Die Untersuchungen sind in Gebieten ohne oder mit geringem Pflanzenschutzmitteleinsatz und solchen mit hohen Aufwandmengen nach identischem Modus durchzuführen.

Die von GEMMEKE (1991) veröffentlichten Karten zeigen den durchschnittlichen Spritzmittelaufwand in den Landkreisen. Sie können zur Groborientierung bei der Auswahl der

Untersuchungsflächen dienen. Da jedoch die Menge der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel mit der Betriebsgröße steigt und wahrscheinlich auch von persönlichen Neigungen und Vorstellungen der Landwirte beeinflusst wird, müssen die Untersuchungsflächen – am günstigsten in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftsverwaltung – nach Rücksprache mit den einzelnen Landwirten ausgewählt werden. Damit die abiotischen Faktoren auf den Untersuchungsflächen möglichst gleichartig sind, sollten entsprechend situierte LF ausgesucht werden.

Anforderungen an die Untersuchungsflächen (UF) und Umfang der Datenerhebung:

- Die UF müssen wesentlich größer als die Reviere der untersuchten Vogelarten sein.
- Aufwandsmengen, Art der chemischen Pflanzenschutzmittel und deren Formulierung müssen von den Landwirten zuverlässig und exakt registriert werden.
- Der Applikationsmodus muß während der Untersuchung konstant gehalten werden.
- Auf den zu vergleichenden LF müssen die identischen Pflanzenschutzmittel oder deren Kombination zum Einsatz kommen, falls nicht auf den Vergleichsflächen der Mitteleinsatz völlig unterbleibt.
- Da sowohl Segetalflora als auch die Invertebratengesellschaften von Vorfrucht und Frucht beeinflusst werden, müßten die Vergleichsflächen auch in dieser Beziehung identisch sein.
- Außerdem ist eine Kontrolle von Zahl und zeitlicher Abfolge der Bewirtschaftungsvorgänge nötig.
- Daneben sind Struktur- und Requisitenangebot auf den Vergleichsflächen zu erfassen.
- Siedlungsdichteuntersuchungen der Vögel oder einzelner Arten sind zu kombinieren mit der Erfassung populationsökologischer Parameter, möglichst noch unterstützt durch individuelle Markierung der Individuen.
- die Nutzung der Landschafts-Strukturen, die bei der Nahrungssuche von Vögeln vor und nach einer Pflanzenschutzmittel-Applikation aufgesucht werden, sind zu registrieren.
- Bei mehrjährigen Untersuchungen muß man eventuelle Änderungen des Strukturangebotes feststellen oder das Strukturangebot gezielt verändern.
- Der Datenumfang muß eine sinnvolle statistische Auswertung zulassen.

Diese kursorische Darstellung notwendiger Untersuchungsparameter muß nach eingehender Diskussion sicher noch ergänzt werden. Sie deutet jedoch schon an, wie schwierig die Zuordnung einzelner Ursachen in dem erfaßten System der Populations-Parameter sein kann. Damit alle oder möglichst viele der angeführten Faktoren unter vergleichbaren Bedingungen geprüft werden können, ist das Einrichten spezieller Versuchsflächen sinnvoll. Die Eingliederung der Versuche in die Betriebsabläufe zahlreicher bäuerlicher Betriebe birgt die Gefahr von Unwägbarkeiten, die das Auswerten der Ergebnisse erschweren oder gar verhindern.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Darstellung der durchschnittlichen Aufwandmengen chemischer Pflanzenschutzmittel in den Landkreisen der alten Bundesländer hat die Diskussion über den möglichen Einfluß dieser Substanzen auf die Populationsparameter der Vögel neu belebt. In einer kursorischen Zusammenstellung wird ein Untersuchungsprogramm entwickelt, um direkte und/oder indirekte Einflüsse chemischer Pflanzenschutzmittel auf Vogelpopulationen zu prüfen.

## LITERATUR

- BERTHOLD, P. (1976): Methoden der Bestandserfassung in der Ornithologie: Übersicht und kritische Betrachtung. *J. Orn.* 117: 1-69.
- BERTHOLD, P., FLIEGE, G., QUERNER, U. & WINKLER, H. (1986): Die Bestandsentwicklung von Kleinvögeln in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *J. Orn.* 127: 397-437.
- GEMMEKE, H. (1991): Pflanzenschutzmittel und Vogelwelt - Ort, Zeit und Umfang der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in der Kulturlandschaft. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz (Braunschweig)* 43: 48-52.
- OELKE, H. (1985): Vogelbestände einer niedersächsischen Agrarlandschaft 1961 und 1985. *Vogelwelt* 106: 246-255.
- RANFTL, H. & SCHWAB, W. (1990): Die Bedeutung kleiner Flächen für den Vogelschutz. *Ökol. Vogel* 12: 63-71.
- SCHRÖPFER, R. (1990): Kenntnis über Populationsstruktur und Requisitensortiment als Grundlage für das Management im Artenschutz. In: PELZ, H.-J. (Hrsg.): *Pflanzenschutz und Wildtierschutz - Probleme und Lösungsansätze*. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem 264: 42-47.

Anschrift des Verfassers: Dr. Helmut Ranftl, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Vogelkunde, Triersdorf, Am Kreuzweiher 3, 8825-Weidenbach

## ASPEKTE ZUR FRAGE DER VOGELGEFÄHRDUNG DURCH PFLANZENSCHUTZMITTEL IN DER SCHWEIZ

Aspects of pesticides hazards to birds in Switzerland

NIKLAUS ZBINDEN, UELI BÜHLER UND MARKUS JENNY

Schweizerische Vogelwarte, Sempach

### ÜBERWACHUNG DER AVIFAUNA DER SCHWEIZ

Im Rahmen des Programmes "Überwachung der Avifauna Schweiz" versucht die Schweizerische Vogelwarte Sempach Angaben über die Bestandsentwicklung möglichst vieler Brutvogelarten zu erhalten. Wichtigstes Ziel ist es, auffällige Bestandsrückgänge rasch zu erkennen, damit Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

Einwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Vogelwelt können mit diesem extensiven Programm nur indirekt erkannt werden. Angesichts der großen Vielfalt von Pflanzenschutzmittelanwendungen und der Komplexität ihrer Einwirkungen auf die Biozöosen, kommt diesem Monitoring in der Frage der Auswirkungen von chemischen Mitteln dennoch Bedeutung zu.

Es werden folgende Überwachungssysteme eingesetzt:

#### Informationsdienst

Seit dem Ende der 50er Jahre werden Meldungen von ehrenamtlichen Mitarbeitern gesammelt. Heute gelangen jährlich 45.000 Beobachtungen von über 800 Mitarbeitern an die Vogelwarte. Seit 1984 werden die nach bestimmten Richtlinien gemeldeten Beobachtungen mit Hilfe der EDV erfaßt. So können auch Analysen über die Struktur der gesamten Datenmenge ausgeführt werden, welche für die Interpretation von Einzelauswertungen wichtig sind. Praktikabel ist diese Art der Bestandsüberwachung vor allem bei nicht allzu häufigen Brutvogelarten.

#### Jahresübersichten

Ehrenamtliche Mitarbeiter, die jahrelang im gleichen Gebiet beobachten, liefern jährlich ca. 6.000 Trendangaben über häufige Vogelarten. Sie werden unter anderem zu Indexwerten umgerechnet.

#### Überwachung von Kolonien

Der Bestand von selteneren Koloniebrütern wird in allen oder einer repräsentativen Zahl von Kolonien zu erfassen versucht.



### **Dauerbeobachtungsflächen**

Zur Zeit richtet die Vogelwarte in traditionellen Kulturlandschaften im Alpenraum sowie im Wald Dauerbeobachtungsflächen ein, in denen jährliche Bestandserhebungen von professionellen Ornithologen durchgeführt werden. Damit werden Arten erfaßt, über die von ehrenamtlichen Mitarbeitern zu wenig Informationen eingehen.

### **Weitere Erhebungen**

Statistiken über Eingänge an Pflegestationen und Museen geben Hinweise über die Bestandsentwicklung, vor allem von Greifvögeln und Eulen. In einigen Fällen können aus der Jagdstatistik Rückschlüsse auf die Bestandsentwicklung gezogen werden (z.B. Birkhuhn). Zu einzelnen Arten laufen angepaßte Spezialprojekte (z.B. Uferschwalbe). Einige davon liefern Resultate nicht jährlich, sondern nur in Abständen von mehreren Jahren (z.B. Zwergohreule, Auerhuhn).

Von 27 der 205 seit 1900 in der Schweiz als Brutvögel nachgewiesenen Arten fallen von keinem der genannten Überwachungssysteme genügend fundierte Informationen an (Tab. 1).

## **HINWEISE AUF DEN EINFLUSS MODERNER PFLANZENSCHUTZMITTEL**

### **Allgemeiner Rückgang von Kulturlandarten**

Von den 35 Arten, die in der Schweiz als besonders stark gefährdet eingestuft werden, besiedeln 23 Kulturland (ZBINDEN 1989). Auf eine kritische Größe zusammenschmolzen ist der Bestand folgender Kulturlandarten:

Weißstorch, Rebhuhn, Wachtelkönig, Zwergohreule, Steinkauz, Wiedehopf, Haubenlerche, Hei-  
delerche, Schwarzstirnwürger, Raubwürger, Rotkopfwürger.

Regional stark zurückgegangen und aus vielen Gebieten verschwunden sind 12 Arten des Kulturlandes:

Turmfalke, Kiebitz, Waldohreule, Wendehals, Grünspecht, Baumpieper, Gartenrotschwanz, Braunkehlchen, Dorngrasmücke, Neuntöter, Dohle, Ortolan.

Vogelarten des Kulturlandes sind im landwirtschaftlich intensiv genutzten Mittelland besonders stark von Rückgängen betroffen. Es gibt also zeitliche und räumliche Koinzidenzen von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen und Vogelbestandsrückgängen.

Tab. 1 Überblick über die im Rahmen des Programmes "Überwachung der Avifauna Schweiz" eingesetzten Überwachungssysteme und die Zahl der damit bearbeitbaren Arten.

Überwachungssystem	Anzahl bearbeitbarer Arten	%
Informationsdienst	67	33
Jahresübersichten	89	43
Überwachung von Kolonien	3	1
Jagdstatistik	1	1
Spezialprojekte:		
- jährliche Erhebung	11	5
- Erhebungen in größeren zeitlichen Abständen	7	3
Keine Erfassung	27	13
<b>Total Brutvogelarten</b>	<b>205</b>	<b>100</b>

### Gründe für die Bestandsrückgänge einiger Kulturlandarten

Intensivstudien am Kiebitz (MATTER 1982), an der Feldlerche (SCHLÄPFER 1988; JENNY 1990) und am Baumpieper (MEURY 1989, 1991) erbrachten kaum Hinweise auf direkte toxische Einwirkungen. Es zeigte sich aber, daß moderne konventionelle Bewirtschaftungsmaßnahmen als Komplex, in dem Pflanzenschutzmittel eine wichtige Stellung einnehmen, einen sehr starken Einfluß auf den Bestand und den Bruterfolg haben.

Wichtig sind Zeitpunkt und Häufigkeit der Mahd, die Kulturmischung, der Dichtestand der Kulturpflanzen sowie der Unkrautanteil in Äckern, allgemein der Intensitätsgrad der Bewirtschaftung. Diese Faktoren wirken hauptsächlich über eine Verringerung des Nahrungsangebots. Mit der weitgehenden Eliminierung von Strukturelementen in der Landschaft verlieren die Vögel zudem günstige Neststandorte, Jagdwarten usw.

### Hinweise auf die Existenz toxischer Effekte

Gründliche Abklärungen über direkte toxische Einflüsse moderner Pflanzenschutzmittel auf freilebende Vogelpopulationen sind in der Schweiz unseres Wissens bisher nicht durchgeführt worden. Wir vermuten aber dennoch, daß derartige Wirkungen vorkommen:

### Bruterfolg der Feldlerche

JENNY stellte während seiner Untersuchung an der Feldlerche im aargauischen Reußtal unterschiedlich hohe Anteile nicht geschlüpfter Eier in verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen fest. In Wiesen betrug der Anteil 1,4 %, im Mais 2,6 %, in Zucker- und Futterrüben 8,3 % und im Weizen 10,5 %. In einigen wenigen Fällen enthielten die nicht geschlüpften Eier tote Embryonen, meist war aber keine Embryonalentwicklung erkennbar. Ein plausibler Grund für die unterschiedliche Häufigkeit von Eiern, aus denen keine Jungen geschlüpft sind, konnte nicht gefunden werden. Intuitiv kam der Verdacht auf, das Besprühen der Äcker und damit auch der Feldlerchenester hätte zu den Brutverlusten geführt.

In einem Weizenfeld, das mit einer offenbar zu hohen Dosis eines Pflanzenschutzmittels behandelt worden war (auch Weizenpflanzen nahmen Schaden), schlüpfte aus einem Dreiergelege nur ein Jungvogel, der einen verkrüppelten Flügel aufwies. Leider war der betreffende Landwirt nicht bereit, Auskunft über das eingesetzte Mittel und die angewendete Konzentration zu geben.

### Todesfälle bei Greifvögeln: "Frühjahrsvergiftung"

Seit spätestens 1980 werden praktisch alljährlich tote Mäusebussarde, sowie Rot- und Schwarzmilane aufgefunden, deren Tod unter ähnlichen Umständen eingetreten ist:

- die Fundorte liegen in Ackerbaugebieten, meist auf Äckern;
- die Funde stammen aus der Zeit zwischen 13. März und 6. Juni, mit einer Häufung im April;
- die Kondition (Verhältnis Gewicht/Flügelänge) der Vögel ist meist gut;
- im Magen befinden sich meist große Mengen von Regenwürmern, der Schnabel enthält dunklen, mit Erde vermischten Schleim, und das Gefieder um die Kloake ist kotverschmiert;
- Tiere, die noch leben, zeigen Sedation und Atembeschwerden;
- die wenigen Tiere, die mit diesen Symptomen überleben, erholen sich in menschlicher Obhut innerhalb von zwei Tagen vollständig;

Bis 1989 lagen uns Meldungen über 35 derartige Fälle aus der östlichen Hälfte des schweizerischen Mittellandes vor. Es besteht der Verdacht, daß sich die Tiere an frisch ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln vergiften. Dabei könnten auch falsche Applikationen solcher chemischer Substanzen eine Rolle gespielt haben (z.B. Verschütten von Wirkstoffen) oder das Zusammenfallen von Mittelausbringung und Umweltverhältnissen, welche die Regenwürmer zum Aufenthalt an der Bodenoberfläche veranlassen (Regen, Paarungszeit der Regenwürmer).

Auf den Äckern wird in der betreffenden Landesgegend im Frühjahr von Landwirten ausgebracht:

- Kunstdünger, Jauche, Klärschlamm,
- 8 Fungizid-Wirkstoffe,
- 19 Insektizid-Wirkstoffe (z.B. als Nematizide),
- 41 Herbizid-Wirkstoffe.

Bisher gelang es nicht, die Ursache des Vogelsterbens zu klären. Erschwerend wirkt sich der Umstand aus, daß es uns bisher nicht gelang, in der Schweiz ein Institut zu finden, das sowohl qualifizierte veterinärmedizinische als auch rückstandsanalytische und toxikologische Untersuchungen ausführt.

## LITERATUR

- JENNY, M. (1990): Nahrungsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Orn. Beob. 87: 31-53.
- JENNY, M. (1990): Populationsdynamik der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Orn. Beob. 87: 153-163.
- JENNY, M. (1990): Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. J. Orn. 131: 241-265.
- MATTER, H. (1982): Einfluß intensiver Feldbewirtschaftung auf den Bruterfolg des Kiebitzes *Vanellus vanellus* in Mitteleuropa. Orn. Beob. 79: 1-24.
- MEURY, R. (1989): Siedlungsdichte und Raumnutzung des Baumpiepers *Anthus trivialis* im inselartig verteilten Habitat des aargauischen Reußtals. Orn. Beob. 86: 105-135.
- MEURY, R. (1991): Zur Nahrungsökologie des Baumpiepers *Anthus trivialis* in einem Landwirtschaftsgebiet des schweizerischen Mittellandes. Orn. Beob. 88: 57-72.
- SCHLÄPFER, A. (1988): Populationsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Orn. Beob. 85: 309-371.
- ZBINDEN, N. (1989): Die Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz. Sempach.

Dr. Niklaus Zbinden, Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach  
 Dr. Ueli Bühler, Via Tuma Platta 1, CH-7013 Domat/Ems  
 Dr. Markus Jenny, c/o B.Bopp, Rehweid 9, 8322 CH-Madetswil

## VOGELMONITORING IM KULTURLAND - MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER FELDMETHODEN

Bird monitoring in farmland

HANS OELKE

Zoologisches Institut der Universität Göttingen

### Abstract

Bird populations of the intensively used Central European agricultural areas may be reliably monitored and statistically sound conclusions drawn using the mapping method. Compared with other quantitative forms of bird surveying, mapping is more exact and can be subjected to discriminant analysis. However, mapping must simultaneously be backed up by additional studies on population dynamics and residue levels (including the physiological pathways involved), in addition to the basic population parameters such as natality, mortality, emigration, immigration. Long-term studies are important for recognizing national as well as international populations trends. Numerous descriptive data in agriculture, land-planning, and nature conservation are available, offering help for the interpretation of bird census and population results.

### DIE GÜNSTIGEN VORAUSSETZUNGEN

Vogelmonitoring als Form der quantitativen, langfristigen, statistisch aussagefähigen Erfassung von Vogelpopulationen prägnanter Landschaftsregionen findet in Kulturlandschaften, speziell in landwirtschaftlichen Anbauflächen, durchaus günstige Voraussetzungen vor. Diese bestehen in relativ einfachen, wenig strukturierten Habitaten, die nach der Ernte und außerhalb der eigentlichen Vegetationsperioden noch weiter reduziert werden. Gegenüber Feucht- oder Waldbiotopen (s. Vegetationsdichte, -höhe, -alter, Artenvielfalt, innere, mosaikartige Strukturen und Randlinien) sind Feldfluren, die das Kulturland maßgebend bestimmen, weitgehend monoton ("verarmt"). Die monokulturartige Nutzung des Kulturlandes hat mit zunehmender Größe der Feldparzellen wenige Relikte früherer, ursprünglicherer Habitate zurückgelassen und ermöglicht noch weniger das Aufkommen neuer Strukturen. Extreme solcher Kulturlandschaften, biologisch sehr monotoner Landschaften, finden sich in den Bördengebieten der Bundesrepublik, besonders ausgeprägt auf den Flächen der sog. Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPGs) der früheren DDR.

Die Kontrolle der Vogelbestände beschränkt sich damit mehr oder weniger auf ein Stratum, die Krautschicht ("Kultursteppe"). Es ist weithin einsehbar und selbst bei Großfeldschlägen auf dem vorhandenen oder durch Traktoren geschaffenen temporären Wegenetzen und Wegespuren relativ problemlos zugänglich. Die begrenzte Artenzahl von Vögeln, eine häufig zufallsgemäße und nicht kolonieweise verdichtete Verteilung, hohe, weitreichende Ruf- und Gesangsaktivitäten sowie die

ohne zu große Schwierigkeiten mögliche Erhöhung der Probeflächenzahlen und damit wiederum der Stichproben, sichern ausreichende Beobachtungsunterlagen. Mit ihnen lassen sich Korrelationen zu ökologischen Parametern gewinnen. Auch diese stehen verhältnismäßig leicht zur Verfügung. Beispielhaft sei hier verwiesen auf lokale oder regionale Wettermessungen, Bodenuntersuchungen und Bodenbewertungen, Anbaumethoden, Feldnutzungen auch via Luftbildaufklärung, die statistischen Daten der Landwirtschaftskammern und anderer berufsrelevanter Dienstleistungsunternehmen bis hin zu zahlreichen staatlichen Planungsunterlagen, die dokumentiert und fortgeschrieben werden, z.B. als regionale Raumordnungsprogramme, Landschaftsrahmenpläne oder Biotop- und Artenschutzprogramme.

## DIE METHODEN

Die Vogelbestände von Feldlandschaften sind siedlungsbiologisch, d.h. in Hinblick auf quantitative flächenmäßige Verteilung der Vögel auf Agrarflächen, wiederholt in den vergangenen Jahrzehnten auch in Mitteleuropa aufgenommen worden (vgl. u.a. OELKE 1963 – mit Verzeichnis älterer Literatur –, 1968a, 1985; WODNER 1972; GALLAND 1972; KLEIN 1979; MEYER 1981; BEZZEL 1982a; TRZECIOK & VOHWINKEL 1985; GREGOR 1987; STEJOF 1989; BASTIAN et al. 1989; in einer Serie schweizerischer Untersuchungen z.B. bei FUCHS 1979; RITTER 1980; SCHIFFERLI 1981; FUCHS 1982; als autökologische Studien an der Feldlerche – *Alauda arvensis* – von OELKE 1968b; BUSCHE 1989; JENNY 1990a,b). Obwohl eine Gesamtschau der "Vögel in der Kulturlandschaft", wie es das gleichnamige Buch von BEZZEL (1982) treffend ausdrückt, unter verschiedenen Kriterien wie Vorkommen in Raum und Zeit, Avifauna, säkularer, kurzfristiger und saisonaler Dynamik, Artenreichtum, Häufigkeit, Verbreitung unter Einschluß aller gängigen Biotope im Einflußbereich menschlicher Siedlungen prinzipiell realisierbar ist, sind gerade mitteleuropäische Feldlandschaftsaufnahmen kaum über den Status annualer Einzelerfassungen hinausgelangt. Langfristige Monitoruntersuchungen, die auch landwirtschaftliche Kulturflächen einschließen, existieren z.Zt. in Europa in 8 Ländern: Großbritannien (seit 1962), Schweden (1969), Dänemark (1975), Tschechoslowakei (1981), Estland (1983), Finnland (1984), Holland (1984) und Schweiz (1984) (SARIS & HUSTINGS 1990). Die Bundesrepublik einschließlich der früheren DDR ist noch nicht auf nationaler Ebene über Programmansätze hinausgelangt.

Als quantitative Erfassungsmethoden werden international die Punkt-Zählungen (synonym Punkt-Stop-Zählungen, im Englischen point counts) und die Revierkartierung (mapping method) verwandt.

Bei den Punkt-Zählungen werden Vögel stets von denselben Punkten und an jedem Punkt für eine bestimmte Zeit (in der Regel 5 Minuten) gezählt/beobachtet. Die Punkte (stops) liegen auf einer passenden Strecke und in einer solchen Entfernung voneinander, daß Doppelzählungen vermieden werden. Von Kontrolle (visit) zu Kontrolle muß während einer und auch der in Folgejahren sich anschließenden Beobachtungen sichergestellt sein, daß sich die einmal gewählten

Stopplatze nicht verschieben. Im Endergebnis gelangen Statusbeschreibungen des Vorkommens bestimmter Arten und Zahlen auf kreisförmigen, im Radius variierenden Probeflächen, deren Durchmesser in Feldflächen zwischen 1–2 km liegen dürfte und Flächen von 0,78–3,14 km<sup>2</sup> erreicht. Nachteile dieses Verfahrens, das sich zur stichprobenhaften Schnellerfassung größerer Landschaftseinheiten besonders dann einsetzen läßt, wenn die Abstände von Stop zu Stop weit auseinandergezogen werden, sind relativ unpräzise Ortslokalisationen der sich weiter vom Beobachter zu den Peripherien der Kreisfläche aufhaltenden Vögel. Außerdem wächst bei den zu den Rändern nicht mehr eindeutig abgrenzbaren Probeflächen das Risiko, bestimmte Vogelarten zu übersehen und andere Arten, wie auffällige Großvögel oder Schwarmvogel, überzubewerten. Obwohl das Punkt–Zählverfahren gegenwärtig als eine Standardmethode vom Dachverband Deutscher Avifaunisten empfohlen wird (Rundschreiben DDA – Dr. H. MÜLLER vom 27.2.1991), ist es für weitergehende Analysen entsprechend der Überprüfung möglicher Auswirkungen von Agrarchemikalien auf Vogelbestände nicht ohne größere Korrekturen einzusetzen.

Die international standardisierte Revierkartierung ist fixiert auf eine Probefläche, die durchaus bei der Ergebnissicherung noch in Untereinheiten gegliedert werden kann (s. Partizipationsverfahren nach PUCHSTEIN 1966). Die Probefläche wird flächendeckender und intensiver kontrolliert, weil engere und häufigere Kontrollrouten, kombiniert mit einer kartographischen Dokumentierung der jeweiligen Beobachtungen, eine zahlenmäßige Abschätzung der Reviere oder ihr nahkommender zeitlich konstanterer Aufenthaltsbereiche von Vögeln erlauben. Für Feldlandschaften oder Kulturlandschaften mit einem höheren Anteil von Äckern ergeben sich folgende Richtwerte (s. Details über Siedlungsdichte–Untersuchungen in OELKE 1980):

Ackerflächen (Gehölzanteil < 5 %): mindestens 100, besser 500–1000 ha,

Dauer der jährlichen Beobachtungsperiode: zentriert um die Reproduktionszeit der Arten, d.h. März–Juni (in Ausnahmefällen variabler zu handhaben),

Anzahl der Kontrollen (visits): optimal 8, bei guter Gelände–, Artenkenntnis und guten Kontrollbedingungen 3–4 Gesamt– und zusätzliche Spezialkontrollen für Sonder– oder sog. schwierige Arten (s. nachtaktive oder dammerungsaktive Vögel),

Projektdauer: wenigstens 10 Jahre, alternativ Wiederholungen in 3–5–Jahres–Takten.

Eine empfehlenswerte Vorlage für die Revierkartierungen bietet der Aufruf 1991 des DDA zum Siedlungsdichtemonitoring (s. Anlage 1) mit dem von H. HAHNKE konzipierten "Siedlungsdichte–Jahresblatt".

## DIE GRENZEN DER METHODEN

Vogelbestände als Monitoren der ökologischen Qualität, mehr noch der Vitalität von Umweltsystemen, werfen eine Reihe von methodischen Problemen auf.

### Bewertung von Umweltsystemen durch Vögel

Die Bewertung von Ökosystemen anhand einer Organismengruppe setzt voraus, daß direkte, ablesbare Zusammenhänge zwischen abiotischen Faktoren, wie den chemischen Stoffklassen der Düngemittel- und Pestizidverbindungen, und der Regulation z.B. von Vogelpopulationen (und ebenso anderer, weniger auffälliger oder bearbeitbarer Wirbeltierklassen) vorliegen. Was sehr wohl unter extremen Bedingungen, bei bewußt oder fahrlässig herbeigeführten Vergiftungen der Fall sein mag, entzieht sich bei allgemein als subtoxisch oder subletal angesehenen Dosen (noch) einer näheren Kontrolle. Das unbestreitbare Faktum auffällig reduzierter Feldvogelpopulationen (OELKE 1985; BUSCHE 1989) konnte bisher nur mit allgemeinen Landschaftseingriffen infolge veränderter landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmethoden, nicht aber mit konkreten chemischen Verbindungen verknüpft werden. Auch im Falle der gut untersuchten Seevogelpopulationen und zielbewußt angesetzter Rückstandsanalysen entstand die paradoxe Situation, daß z.B. die Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*) der deutschen Nordseeküste trotz hoher und weiter steigender Rückstände von polychlorierten Biphenylen (PCB's), die sich gerade in diesen Tieren akkumulieren, seit Jahren wachsende, zumindest konstante Populationen zeigen (DE VRIES 1990, s. bes. Tab. 5, S. 23 für Flußseeschwalbe resp. Flußseeschwalbe und sog. Rotfüßige = nicht artenmäßig differenzierbare Seeschwalben; BEYERBACH et al. 1990).

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten und der überlagernden synergistischen Effekte muß die Anwendung der Revierkartierung mit großer Sorgfalt und unter Beachtung möglicher Fehlerquellen vorgenommen werden.

### Methodische Unzulänglichkeiten

Feldvogelpopulationen zeichnen sich in Häufigkeit (Dominanz) und Dichte (Abundanz) durch ungleiche Artenverteilungen (niedere Diversitätsindizes) aus. Einer einzigen superoptimal vertretenen Art (Feldlerche) stehen zumeist alle übrigen Arten in kleinen oder minimalen Anteilen gegenüber. Die Wahl der Probeflächengröße ist im Grundsatz auf jede einzelne Vogelart, die in dem Untersuchungsgebiet Reviere besitzt, individuell abzustimmen. Um statistisch und bereits numerisch vergleichbare Populationen zu erhalten, sollte die Probefläche wenigstens in einem Eichjahr 10 Territorieninhaber einer Art aufweisen. Die dafür erforderlichen Flächengrößen können in vielen Fällen nicht unter arbeitsmäßig oder finanziell vertretbaren Gründen erreicht werden. Die für Feldmonitoring vorgeschlagenen 500 (und mehr) ha Probeflächen geben unter gegenwärtigen Populationsdichten sicherlich für Feldlerchen zuverlässige Bewertungen ab. Für zahlreiche weitere Feldvogelarten (z.B. Kiebitz - *Vanellus vanellus*, Schafstelze - *Motacilla flava*, Rebhuhn - *Perdix perdix*) bleibt nur der Ausweg der Datenvermehrung über addierte Probeflächen, also Bündelung der Probeflächen mehrerer Untersuchungsgebiete und Untersucher.

Die Risiken und Fehler, die in der Flächengröße stecken, sind in aller Deutlichkeit von SCHERNER (1980) ausgearbeitet worden. Ein Ausschluß aller Fehlerquellen, auch weiterer Unzulänglichkeiten, die im Beobachter selbst, in der Erfassungsmethode, in Besonderheiten der jeweiligen Vogelart oder in den vielen anderen ökologischen Komponenten liegen, wird bei Frei-



landuntersuchungen kaum möglich sein.

### Der Zugriff zu den Populationsparametern

Eine wie auch immer sorgfältige Siedlungsdichte-Untersuchung beruht auf indirekten Zugriffen zu den Vogelpopulationen. Sie liefert Zählergebnisse ("Papierreviere"), die in Feldlandschaften nur in den seltensten Fällen mit konkreten Nestfunden in Verbindung gebracht werden können. Basiswerte einer Populationserfassung wie Natalität, Mortalität, Emigration und Immigration entfallen. Sie lassen sich nur an individuell markierten, also beringten Vögeln gewinnen. Bereits die dazu nötige Nestersuche erfordert selbst bei Außerachtlassen möglicher Eingriffe in landwirtschaftliche Kulturen einen so hohen Zeitaufwand, daß z.B. JENNY (1990a) bei seinen mustergültigen Feldlerchenstudien nicht mehr als ca. 47 Brutpaare studieren und nicht mehr als 12 Paare durchgehend farbmarkieren konnte.

Auch die zur Feinbewertung notwendigen biochemischen Analysen von Körpergewebe oder Körperflüssigkeiten können nicht durch Sammeln (= Töten) von Vögeln herangezogen werden. Sie müssen sich vielmehr auf gezielte, z.T. sehr zeitaufwendige Fänge mit der Entnahme von Mini-Blutmengen beschränken. Als Ergänzung und zur Aufklärung auffälliger Bestandsfluktuationen sollten aber auch solche Zusatzuntersuchungen eingeplant werden.

### ZUSAMMENFASSUNG

Vogelpopulationen der intensiv genutzten Agrargebiete können relativ zuverlässig und mit hinreichender statistischer Aussagefähigkeit durch die Revierkartierung dokumentiert werden. Sie bietet gegenüber anderen Erfassungsmethoden den Vorteil größerer Genauigkeit und Vergleichbarkeit. Als Monitorverfahren müssen den Siedlungsdichteaufnahmen weitere Pilotuntersuchungen wie autökologische Populationsstudien und Rückstandsanalysen zur Seite gestellt werden. Ebenso notwendig sind langfristige Erfassungen, um Populationstrends national wie international einzuordnen. Ein umfangreiches Beiwerk wichtiger ökologischer Parameter aus Landwirtschaft, staatlicher Planung sowie Umweltkontrolle kann zu geeigneten Korrelationen herangezogen werden.

### LITERATUR

- BAILLIE, S.R. (1990): Integrated population monitoring of breeding birds in Britain and Ireland, *Ibis* 132: 151-166.
- BASTIAN, O., HUMMITZSCH, P. & SCHRACK, M. (1989): Beziehungen zwischen Landschaftsstruktur und Artenvielfalt der Avifauna in der Agrarlandschaft nördlich von Dresden. *Zool. Abh. Mus. Tierkunde Dresden* 45 (5): 53-73.
- BEYERBACH, M., BÜTHE, A. & HEIDMANN, W.A. (1990): Metabolisierung von polychlorierten Biphenylen. *Seevogel* 11 (1): 13-16.
- BEZZEL, E. (1982a): Verbreitung, Abundanz und Siedlungsstruktur der Brutvögel in der bayrischen Kulturlandschaft. *Bayer. Akademie Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL)* 6: 31-46.
- BEZZEL, E. (1982b): Vögel in der Kulturlandschaft. Stuttgart.

- BUSCHE, G. (1989): Drastische Bestandseinbußen der Feldlerche *Alauda arvensis* auf Grünlandflächen in Schleswig-Holstein. Vogelwelt 110: 51-59.
- DE VRIES, R. (1990): Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste im Jahre 1988 - Dritte Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft "Seevogelschutz". Seevogel 11 (2): 21-26.
- FUCHS, E. (1979): Der Brutvogelbestand einer naturnahen Kulturlandschaft im schweizerischen Mittelland. Orn. Beob. 76: 235-246.
- FUCHS, E. (1982): Folgen kulturtechnischer Maßnahmen auf den Sommervogelbestand im schweizerischen Mittelland. Orn. Beob. 79: 121-127.
- GALLAND, B. (1972): Vogelsiedlungsdichten im südniedersächsischen Kulturland (Leinetal/Kreis Alfeld). Beitr. Naturk. Niedersachsens 25: 34-42.
- GREGOR, T. (1987): Brutvogel-Bestandserhebung in der Gemeinde Schwalmatal im Jahre 1986. Beitr. Naturk. Osthessen Nr. 23: 127-132.
- JENNY, M. (1990a): Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. J. Orn. 131: 241-265.
- JENNY, M. (1990b): Populationsdynamik der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des schweizerischen Mittellandes. Orn. Beob. 87: 153-163.
- KLEIN, W. (1979): Die Vogelbestände auf einer intensiv landwirtschaftlich genutzten Fläche in der südöstlichen Wetterau 1976-1978/79. Luscinia 44 (1-2): 41-48.
- MEYER, H. (1981): Eine Landschaft im Wandel. Schriftenreihe Ges. Natur- u. Umweltschutz Cuxhaven, H. 7. Cuxhaven.
- OELKE, H. (1963): Die Vogelwelt des Peiner Moränen- und Lößgebietes. Diss. Univ. Göttingen.
- OELKE, H. (1968a): Wo beginnt bzw. wo endet der Biotop der Feldlerche? J. Orn. 109: 25-29.
- OELKE, H. (1968b): Ökologisch-siedlungsbiologische Untersuchungen der Vogelwelt einer nordwestdeutschen Kulturlandschaft (Peiner Moränen- und Lößgebiet, mittleres Niedersachsen). Mitt. Flor.- soz. Arbeitsgem. N.F., H. 13: 126-171.
- OELKE, H. (1980): Siedlungsdichte. In: BERTHOLD, P., BEZZEL, G. & THIELCKE, G. (Hrsg.): Praktische Vogelkunde. S. 34-45. Greven.
- OELKE, H. (1985): Vogelbestände einer niedersächsischen Agrarlandschaft 1961 und 1985. Vogelwelt 106: 246-255.
- PUCHSTEIN, K. (1966): Zur Vogelökologie gemischter Flächen. Vogelwelt 87: 161-176.
- RITTER, M. (1980): Der Brutvogelbestand einer intensiv genutzten Kulturlandschaft im schweizerischen Mittelland. Orn. Beob. 77: 65-71.
- SARIS, F. & HUSTINGS, F. (1990): Towards integration of monitoring studies on breeding birds all-over Europe. In: STASTNY K. & BEJCEK, V. (eds.): Bird Census and Atlas Studies. Prag, S. 343-352.
- SCHERNER, E.R. (1980): Die Flächengröße als Fehlerquelle bei Brutvogel-Bestandsaufnahmen. Ökol. Vögel 3: 145-175.
- SCHIFFERLI, L. (1981): Der Brutvogelbestand einer Kulturlandschaft im aargauischen Reußtal. Orn. Beob. 78: 41-46.

STEIF, K. (1989): Die Brutvögel der Feldflur in Berlin-Gatow 1986/87. Orn. Ber. Berlin (West) 14: 123-176.

TRZECIOK, D. & VOHWINKEL, K. (1985): Die Brutvögel einer landwirtschaftlichen Nutzfläche im südlichen Niedersachsen. Mitt. Fauna Flora Süd-Niedersachsen 7: 29-38.

WODNER, D. (1972): Siedlungsdichte der Vögel auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche im Kreis Heiligenstadt. Mitt. IG Avifauna DDR Nr. 5: 85-86.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hans Oelke, i. Zool. Institut, Universität Göttingen, Berliner Str. 28, D-3400 Göttingen.

## Aufruf zur Mitarbeit beim

**Siedlungsdichte-Monitoring-Programm**

Auch ohne ein Monitoring-Programm sind schon viele Siedlungsdichteuntersuchungen gemacht worden. Nicht wenige Ornithologen haben in ihren Kontrollflächen bereits über mehrere Jahre fortlaufend erfaßt. Sie wissen nun, wie sich die Vogelwelt qualitativ und quantitativ im untersuchten Gebiet ändert. Wer aber herausbekommen wollte, ob die festgestellten Vogeldichten und ihre Änderungen typisch für die Vogelart, das Habitat oder die Region sind, mußte sich in einer riesigen Fülle ornithologischer Literatur zurechtfinden. Auch wer wissen wollte, wie man solche Untersuchungen noch besser machen kann, fand in der Literatur mehr Streitigkeiten um den Sinn der Revierkartierungsmethode als konstruktive Hinweise. Mit dem Programm haben wir uns deshalb zur Aufgabe gemacht,

- Grundlagendaten über Vogelgemeinschaften und ihre Bestandsänderungen zu sammeln, um sie für die Naturschutzarbeit verfügbar zu machen,
- ihnen Vorbereitungsarbeiten (Beschaffung geeigneten Kartenmaterials...) so weit wie möglich abzunehmen,
- die Auswertung der Kartierungen so zu ermöglichen, daß keine erfaßten Daten unnötig verloren gehen,
- die Datenbank zu pflegen, um den Wert der Siedlungsdichteuntersuchungen nicht zu schmälern und Ihnen gewünschte Daten verfügbar machen zu können,
- die Ergebnisse Ihrer Erfassungen in die internationale Arbeit einzugliedern.

Mit einem Heft, das noch in diesem Quartal an jeden bisher Aktiven verteilt werden soll, wollen wir die ersten Ergebnisse bei der Auswertung der Datensammlung vorstellen. Dabei werden der Stand der bisherigen Sammlung, einige Ergebnisse von den bereits bestehenden Monitoringflächen und Ihre Möglichkeiten der Datennutzung gezeigt. Im folgenden deshalb nur einige wichtige Informationen.

Jede Siedlungsdichteuntersuchung ist willkommen, wenn die Zeit nicht ausreicht, können eben nur 3 Kontrollen, kleine Flächen oder einzelne Arten erfaßt werden. **Einzigste Bedingung** ist die saubere und wahrheitsgemäße Dokumentation. Eine Untersuchung läßt sich nur dann nicht mehr verwenden, wenn unklar ist, wie erfaßt wurde (Zahl der Kontrollen, Zeiten usw.). Diese Daten sind also ebenso wichtig, wie die Zahl der Reviere. Die folgenden Hinweise dienen deshalb nur zur Orientierung, sie sind nicht Bedingung.

**Erfassung**

Es läßt sich kein pauschaler Zeitaufwand angeben. Von zu vielen Faktoren hängt die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ab. Wichtig ist es, in den erfassungsmäßig günstigen Zeiten für jede vorkommende Art etwa 3 Kontrollen gemacht zu haben. Daraus ergeben sich in den meisten Habitaten mindestens 7 Kontrollen. Wer oft genug in seiner Kontrollfläche beobachtet, wird von immer mehr Revieren sichere Zeichen für ein vorhandenes Brutpaar oder eine Brut beobachten. In Wäldern und Siedlungsflächen liefert ein Zeitaufwand von 80-120 Minuten je ha Kontrollfläche schon zuverlässige Ergebnisse. Bei Feldern und Wiesen reichen oft bereits 20-40 Minuten je ha aus. Wichtig ist auch die Art der Kontrollen. Es hat wenig Sinn, bei einer nur kurzen Kontrolle ein Teilgebiet zu erfassen. Reicht die Zeit nicht für eine ausführliche Kontrolle, ist es besser, sich auf wenige Arten oder einzelne offene Fragen zu konzentrieren.

**Zum Formular**

Das Formular fragt alles ab, was (bis auf die Zeichnung) rechentechnisch verarbeitet werden kann. Wenn Sie zu einzelnen Punkten keine Informationen haben, bleiben diese eben offen. Bitte benutzen Sie das Formular dann trotzdem, sie erhalten es zur eigenen Aufbewahrung wieder zurück. Unverständliches im Formular bitten wir zu nennen, wir werden alle Hinweise fortlaufend berücksichtigen. Im Heft wird genauer auf die verschiedenen Formulare eingegangen werden. Wer beispielsweise nur eine oder wenige Arten kartiert, bekommt ein einfacheres Formular. Die beiliegenden 2 Blätter sind für mehrjährig vollständige Untersuchungen gedacht, die Optimalvariante also - im Sinne eines Monitoring.

## Luftbilder

Von der letzten DDR-Reihenbefliegung 1990 können wir für Ihre Arbeit Luftbilder (1200) zur Verfügung stellen. Dazu benötigen wir eine kleine Skizze oder einen Kartenausschnitt mit den Umrissen Ihrer Kontrollfläche. Ein Luftbild ist ein Ausschnitt von etwa 2x2km. Bedenken Sie, daß dieser kleine Ausschnitt gefunden werden muß (Lage zum nächsten Ort einzeichnen). Bitte schicken Sie die Skizze schnellstmöglich an Henry Hahnke (untenstehende Adresse). Am 30.2. wird die nächste Bestellung abgeschickt.

## Fläche und Flächengröße

Entschießen Sie sich, eine Siedlungsdichteuntersuchung in einem Gebiet zu machen, in dem schonmal kartiert wurde, dann ist es besser, die alten Grenzen beizubehalten. Wenn ohnehin eine neue Kontrollfläche ausgewählt wird, sollte möglichst nur einer der folgenden Landschaftstypen enthalten sein. Im Formular kann dann die entsprechende Nummer unter **Habitatschlüssel** eingetragen werden. Eine feinere Verschlüsselung nehmen wir anhand Ihrer Beschreibung selbst vor. Für die offene Landschaft sind Flächen von möglichst 30-80 ha wünschenswert, für Wälder wenigstens 7 besser 20-30 ha. Bei vielen anderen Landschaftstypen muß sich zwangsläufig die Größe der Kontrollfläche nach den Gegebenheiten richten (Feldgehölze, Sölle, Gewässer, Friedhöfe, Parks usw.).

1. **Meeresküste**
2. **Fließgewässer** (Flüsse, Bäche, Kanäle)
3. **Binnen-Stillgewässer** (Seen, Teiche, Tümpel, Kiesgruben, Baggerseen u.a.)
4. **Moore, Verlandungszonen** (Röhrichte, Seggensümpfe, Regenmoore, offene Niedermoore - nicht Grünland)
5. **Wiesen, Weiden** (Gehölzanteil kleiner 5%)
6. **Offene, gehölzarme Ackerflächen** (Gehölzanteil kleiner 5%)
7. **Halboffene Agrarlandschaft** (Gehölzanteil 5-20%, mindestens 60% Grünland oder Äcker)
8. **Laubwälder** (fakultativ unterteilt in)
  - 8.1. **Weichholzbestände** (Bruchwälder, Laubstangenwälder, Weidenwälder - mindest 20jährig)
  - 8.2. **Hartholzbestände** (Buchen-, Eichenwälder etc., mindest 80jährig, Nadelholzanteil nicht dominant, möglichst unter 5%)
9. **Nadelwälder** (fakultativ unterteilt in)
  - 9.1. **Fichtenwälder** (mindestens 50% Fichte, auch Tannen- und Lärchenwälder)
  - 9.2. **Kiefernwälder** (in der Baumschicht mindest 80% Kiefer, mindest 50jährig)
10. **Grünanlagen, Gärten, Friedhöfe**
11. **Dörfer, Gartenstädte, Kleingärten**
12. **Wohnblocks, City**
13. **Industrie, Gewerbe**
14. **Weinberge** (zumindest 70% Flächenanteil, genutzt oder maximal 4 Jahre brachliegend)
15. **Streuobstwiesen**
16. **Kippen, Halden, Ruderalflächen**
17. **Heiden** (Heidekraut, Wacholder, Baumwuchs maximal inselartig)
18. **Sonstiges** (alles andere)

# Siedlungsdicht

## Jahresblatt

Kontrollfläche:

Beobachter:

Kf:  Sd:

Jahr:

**Methode** (nur Veränderungen gegenüber Erstuntersuchung)

Besonderheiten zu den Arten: (bei welcher Art nur Nester gezählt etc.)

(als Zahl)		(nur, wenn notiert)	
Monat	Tag	von Zeit bis	

Kontrollzeitsumme:  Minuten

bei über 11 Ganzflächenkontr. nur Erst- und Letztdatum, Anzahl, Nachtkontrollen, übliche Tageszeit eintragen

**Kontrollfläche** (nur Habitatveränderungen und Störungen nach letzter Saison)

**Ergänzungen**



## **DIE BEURTEILUNG DER AUSWIRKUNGEN VON PFLANZENSCHUTZMITTELN AUF VÖGEL IM RAHMEN DER ZULASSUNG**

Assessment of Side-effects of Plant Protection Products on Birds  
in the German Authorization Procedure

**GERHARD JOERMANN**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Braunschweig

### **Abstract**

In Germany, the approval of plant protection products is granted by the Federal Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA). The clearance procedure includes an assessment of possible side-effects on birds. In a first step, the different possibilities of exposure are determined and then the quantity and time course of exposure are estimated. The exposure values are compared with toxicity data in order to assess whether or not a hazard for birds exists. Sometimes this assessment requires certain second stage studies, for instance a palatability test with granules or coated seed. If a possible hazard is recognized, risk management measures such as use restrictions or label instructions are considered in order to reduce it. If a hazard cannot be excluded, a risk assessment is performed. Subsequently a risk-benefit-analysis has to be conducted on a case by case basis in order to decide whether approval is granted or not.

### **EINLEITUNG**

Die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln durch die Biologische Bundesanstalt ist an eine Reihe von Bedingungen geknüpft. Eine Voraussetzung ist nach § 15 des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG), daß das Pflanzenschutzmittel "bei bestimmungsgemäßer und sachgerechter Anwendung oder als Folge einer solchen Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf Grundwasser hat und keine sonstigen Auswirkungen, insbesondere auf den Naturhaushalt, hat, die nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind." Unter den letzten Passus fällt auch die mögliche Gefährdung von Vögeln. Im folgenden soll dargestellt werden, wie Pflanzenschutzmittel in dieser Hinsicht von der Biologischen Bundesanstalt geprüft und beurteilt werden.

### **VERFÜGBARKEIT**

Bei der Prüfung ist zunächst festzustellen, ob bei der vorgesehenen Anwendung eine Gefährdung von Vögeln entstehen kann und welche Arten betroffen sind. Dabei wird, ausgehend von der Art



des Mittels und der Art der Anwendung, geprüft, auf welche Weise Vögel mit dem Mittel in Berührung kommen können. Am wichtigsten sind die folgenden Möglichkeiten oraler Aufnahme:

- behandeltes Saatgut;
- Ködermittel;
- Granulat in Streuanwendung, direkte Aufnahme der Granulatkörnchen;
- rückstandsbelastete Pflanzen;
- rückstandsbelastete Arthropoden und Regenwürmer;
- rückstandsbelastete Nager im Zusammenhang mit Rodentiziden.

Darüberhinaus können Vögel durch Spritznebel direkt getroffen oder durch Inhalation belastet werden. Ist ein Kontakt überhaupt nicht möglich, z.B. bei ausschließlicher Anwendung unter Glas, kann das Verfahren abgebrochen werden. Andernfalls schließt sich im zweiten Schritt eine quantitative Expositionsschätzung an.

## EXPOSITION

Ziel der Expositionsschätzung ist es, entweder die Belastung der Nahrung zu ermitteln (mg Wirkstoff/kg Nahrung) oder die Wirkstoffmenge abzuschätzen, die im ungünstigsten Fall von einem Tier aufgenommen werden kann (mg Wirkstoff/kg Körpergewicht/Tag). Je nach Art des Expositionspfades werden dazu verschiedene Daten herangezogen, z.B. die Wirkstoffmenge in einer bestimmten Anzahl von Partikeln eines Granulates, die Wirkstoffmenge in einer bestimmten Menge behandelten Saatguts oder der gemessene bzw. geschätzte Initialbelag auf Pflanzen nach der Spritzanwendung eines Mittels.

Weiterhin muß ein Überblick über den zeitlichen Verlauf der Exposition gewonnen werden. Es ist also zu klären, ob belastetes Material nur wenige Tage für Tiere verfügbar ist, oder länger, evtl. über die Reproduktionszeit hinweg. Bei dieser Frage sind Daten zur Stabilität des Wirkstoffs in der Umwelt heranzuziehen und Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung zu berücksichtigen.

## TOXIZITÄT

Unterlagen zur Toxizität müssen, wie auch alle anderen Unterlagen, vom Antragsteller eingereicht werden. Die BBA führt ergänzend Recherchen in Literatur-Datenbanken durch. Als Hintergrundinformation dient die Toxikologie an Labornagern, die in Hinsicht auf das menschliche Gesundheitsrisiko erarbeitet wird. Diese Daten sind natürlich nur in begrenztem Maße auf Vögel übertragbar, sie können aber zumindest Anhaltspunkte dafür liefern, wie ein Stoff im Körper wirkt und welches die Zielorgane sind. Für die Beurteilung der Vogelgefährdung ist dann die Ermittlung der akut oralen Toxizität des Wirkstoffs an zwei Vogelarten obligatorisch, sofern das Mittel im Freiland angewendet werden soll. In diesem Test wird den Vögeln die Substanz ein-

malig in Gelatinekapseln oder per Schlundsonde verabreicht. Es werden verschiedene Dosierungen getestet, und zwar so, daß die Beziehung zwischen Dosis und Mortalitätsrate erkennbar wird. Ziel ist es u.a., aus den Daten die  $LD_{50}$  abzuleiten, d.h. die Dosis, die für 50 % der Versuchstiere letal ist. Neuere Entwürfe dieser Testvorschrift beschränken sich bei einem geringeren Einsatz an Versuchstieren auf den unteren Teil der Dosis-Wirkungs-Kurve, also auf die Bestimmung der letalen Schwellendosis. Es ist aber noch nicht abzusehen, ob ein solches Design international vereinbart werden kann. In einem anderen standardisierten Toxizitätsversuch erhalten Vögel 5 Tage lang ein Futter, dem die Testsubstanz in einer bestimmten Konzentration zugesetzt ist. Es werden verschiedene Konzentrationsstufen getestet, so daß die mittlere Letalkonzentration ( $LC_{50}$ ) abgeleitet werden kann. Dieser Test wird im deutschen Zulassungsverfahren nicht regelmäßig verlangt; in den meisten Fällen reicht der Antragsteller aber dennoch entsprechende Berichte ein, da der Test in einigen anderen Ländern, z.B. den USA, obligatorisch ist. Über zusätzliche Tests, etwa zur Reproduktionstoxizität, wird im Einzelfall entschieden. Die routinemäßigen Toxizitätsversuche werden mit Zuchttieren, z.B. Japanwachteln, Stockenten oder Fasanen durchgeführt; zur Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Arten s. JOERMANN (1991).

## ABSCHÄTZUNG DER GEFÄHRDUNG

Im nächsten Schritt soll durch den Vergleich von Toxizität und erwarteter Exposition geklärt werden, ob grundsätzlich eine Schädigung von Vögeln möglich ist, ob also ein Schadenspotential oder eine Gefährdung besteht. Dabei werden jeweils Daten gegenübergestellt, die sich in Dimension und Zeitrahmen entsprechen. Eine kurzfristige Belastung der Nahrung wird also am besten an der Konzentration gemessen, die im 5-Tage-Fütterungsversuch schädigend, bzw. nicht schädigend war. Grundsätzlich kann das Verhältnis aus Exposition und Toxizität als ein Maß für die Gefährdung betrachtet werden. Das Problem einer einfachen Quotientenmethode besteht allerdings darin, daß sich Exposition und Toxizität jeweils schlecht auf eine einzige Zahl reduzieren lassen. So ist zu berücksichtigen, welche Genauigkeit die Expositionsschätzung hat, und entsprechend ist, je nach Einzelfall, ein Unsicherheitsfaktor einzusetzen. Bei den Toxizitätsdaten ist z.B. die Schwelle der Wirkung festzulegen. Sie ist nicht mit der  $LD_{50}$  oder  $LC_{50}$  identisch. Weiterhin muß die Unsicherheit für die Übertragung der Toxizitätsdaten von den getesteten Vogelarten auf die potentiell gefährdeten Arten berücksichtigt werden.

Nicht immer läßt sich auf Grund der Basisdaten die Gefährdung von Vögeln befriedigend beurteilen. Es können dann spezielle Versuche verlangt werden, um offene Fragen zu klären. So kann es im Falle von Granulaten oder Saatgutbehandlungsmitteln erforderlich sein, in einem Annahmeversuch die Attraktivität für Vögel zu testen. Bei Rodentiziden ist ggf. die Gefahr von Sekundärvergiftungen in einem Versuch zu testen, bei dem vergiftete Nager an Prädatoren verfüttert werden.

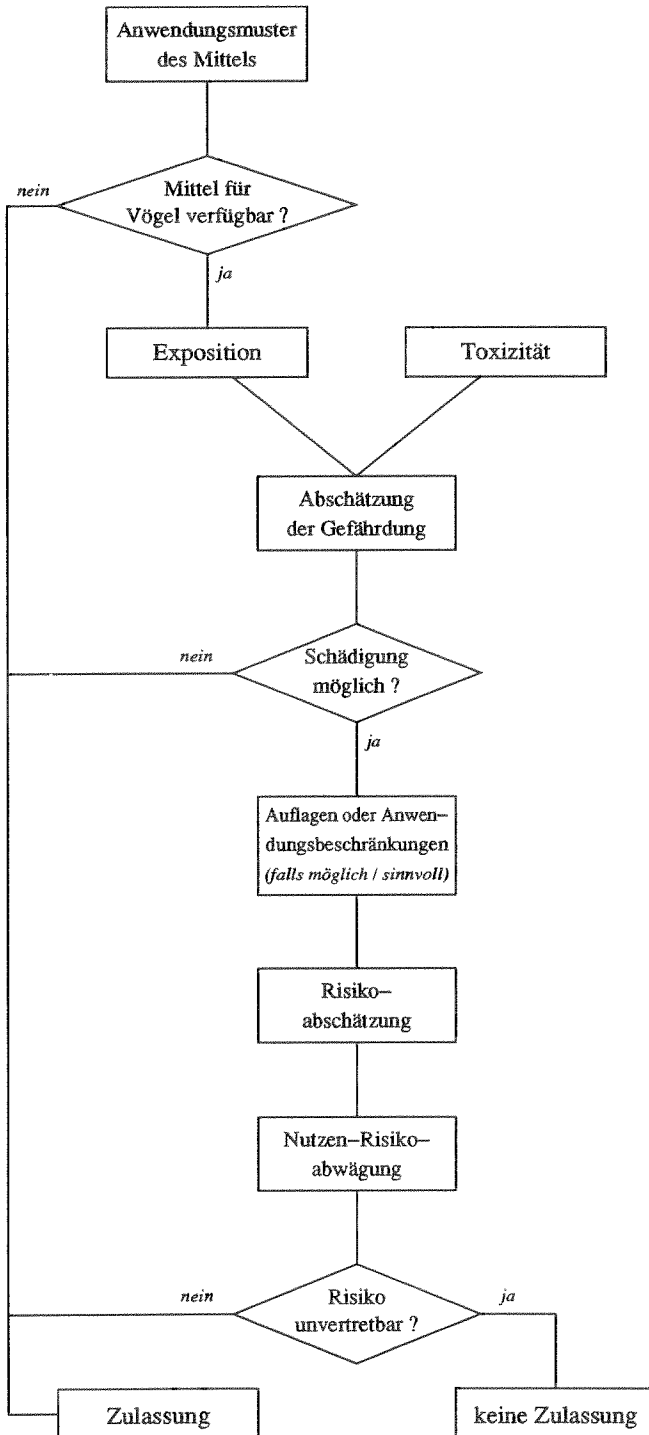
Wenn unter Berücksichtigung aller Daten eine Gefährdung von Vögeln durch das Pflanz-

zenschuttmittel erkennbar ist, so wird geprüft, ob diese sich durch Kennzeichnungsauflagen oder Beschränkungen der Anwendung vermeiden oder zumindest vermindern läßt. So kann z.B. verlangt werden, Granulat in den Boden einzuarbeiten oder Ködermittel so auszubringen, daß sie möglichst selektiv für den Zielorganismus zugänglich sind.

## RISIKOABSCHÄTZUNG

Läßt sich eine Gefährdung durch Auflagen oder Beschränkungen der Anwendung nicht ausschließen, so wird eine Risikoabschätzung vorgenommen. Dabei soll analysiert werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit für einen einzelnen Vogel oder mit welcher Häufigkeit in einer Population das vorausgesagte Schadensereignis eintreten wird. Das Risiko wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. So ist etwa bei toxischen Granulaten wichtig, wieviele Partikel auch nach Einarbeitung offen liegen. Auch das Verhalten von Vögeln, ihre Nahrungspräferenz und andere ökologische Faktoren sind zu berücksichtigen. Außerdem ist entscheidend, ob die zugrundeliegende Expositionsschätzung den Normalfall der Anwendung oder einen seltenen Extremfall ("worst case") repräsentiert. Im Einzelfall kann es sinnvoll sein, die Risikoabschätzung durch Freilandversuche abzusichern oder zu ergänzen. Allerdings ist die Aussagekraft von Freilandversuchen häufig begrenzt, da das Ergebnis von vielen Einflußgrößen, wie z.B. Artenzusammensetzung im Versuchsgebiet, alternativen Futterquellen in der Umgebung oder vom Wetter abhängt und deshalb unter Umständen wenig Allgemeingültigkeit hat (zur Methodik und Problematik von Freilandversuchen s. GREAVES et al. 1988; SOMERVILLE & WALKER 1990).

Der letzte Schritt für die Zulassungsbehörde besteht darin, über die Vertretbarkeit eines Risikos zu entscheiden. Wie oben dargelegt, ist es schon schwierig, die Gefährdung in Form einer einzelnen Maßzahl auszudrücken. Erst recht gilt dies für das Risiko. Deshalb sind Versuche, ein Grenzwertkonzept zu entwickeln, bisher gescheitert. Vielmehr muß jeweils eine Einzelfallentscheidung unter Berücksichtigung aller relevanten Daten getroffen werden. Das Pflanzenschutzgesetz enthält keine weiteren Erläuterungen und Vorgaben zum Begriff der Vertretbarkeit von Auswirkungen. Jedoch hat das Bundesverwaltungsgericht in der Begründung zum "Paraquat-Urteil" einige Gesichtspunkte aufgezählt. Danach sind bei der Entscheidung über die Zulassung die Wahrscheinlichkeit des Eintritts der Wirkungen, das Gewicht des Nachteils der Wirkungen, die Ersetzbarkeit des Mittels und der Nachteil bei Nichtverwendung des Mittels zu berücksichtigen. Es wird also ein detaillierter Abwägungsprozeß verlangt, in den alle Eigenschaften des Mittels einzubeziehen sind. (s. dazu auch ROTHERT 1990; PFLÜGER & GRAU 1990).



## ZUSAMMENFASSUNG

Das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel beinhaltet die Prüfung und Bewertung der Mittel hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Vögel. Dabei werden zunächst die möglichen Expositionspfade festgestellt, und es wird die zu erwartende Exposition quantitativ und im Zeitverlauf geschätzt. Der Vergleich von Exposition und Toxizität führt zu einer Beurteilung der Gefährdung (Schadenspotential). Dazu können über die Basisunterlagen hinaus spezielle Versuche notwendig werden. Es wird versucht, eine Gefährdung von Vögeln durch Beschränkungen der Anwendung oder durch Kennzeichnungsaufgaben zu vermindern, soweit dies sinnvoll und praktikabel ist. Kann eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden, muß das Risiko (Schadenswahrscheinlichkeit) bewertet und über dessen Vertretbarkeit entschieden werden.

## LITERATUR

- BUNDESVERWALTUNGSGERICHT (1988): Paraquat-Urteil vom 10. November 1988. BVerwG 3C 19.87.
- GREAVES, M.P., GREIG-SMITH, P.W. & SMITH, B.D. (eds.) (1988): Field methods for the study of environmental effects of pesticides. BCPC Monograph 40: 370 S.
- JOERMANN, G. (1991): Vergleich der Empfindlichkeit verschiedener Vogelarten in akuten und subakuten Toxizitätstests. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 43: 275-279.
- PFLÜGER, W. & GRAU, R. (1990): Abschätzung und Beurteilung der Gefährdung landlebender Wirbeltiere durch Pflanzenschutzmittel. In: PELZ, H.-J. (Hrsg.): Pflanzenschutz und Wirbeltierschutz - Probleme und Lösungsansätze. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., Berlin-Dahlem 264: 32-41.
- ROTHERT, H. (1990): Abwägungs- und Entscheidungsprozesse bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Hinblick auf deren Auswirkungen auf Vögel und Säugetiere. In: PELZ, H.-J. (Hrsg.): Pflanzenschutz und Wirbeltierschutz - Probleme und Lösungsansätze. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., Berlin-Dahlem 264: 23-31.
- SOMERVILLE, L. & WALKER, C.H. (eds.) (1990): Pesticide effects on terrestrial wildlife. London, New York, Philadelphia.
- Anschrift des Verfassers: Dr. Gerhard Joermann, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe für biologische Mittelprüfung, Messeweg 11, 3300 Braunschweig

**Autorenliste:**

Dr. Ueli Bühler, Via Tuma Platta 1, CH-7013 Domat/Ems, Tel. 0041/81 36 17 15

Dr. habil. Hermann Ellenberg, Bundesforschungsanstalt für Holz- und Forstwirtschaft, Institut für Weltforstwirtschaft und Ökologie, Leuschnerstr. 91, 2050 Hamburg 80, Tel. 040/73 96 24 05

Dr. Hubert Gemmeke, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Toppheideweg 88, 4400 Münster, Tel. 0251/86 018

Dr. Detlef Hänisch, Institut für Pflanzenschutz, Saatgutuntersuchung und Bienenkunde der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Nevinghoff 40, 4400 Münster, Tel. 0251/23 76 667

Karin und Dr. Edmund Hahn, Auf der Heide 16, 5170 Jülich-Welldorf, Tel. 02463/62 05

Dr. Markus Jenny, c/o B. Bopp, Rehweid 9, CH-8322 Madetswil

Dr. Gerhard Joermann, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Mittelprüfung, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/39 93 85

Prof. Dr. Fred Klingauf, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/39 92 00

Dr. Heinz Litzbarski, Naturschutzstation, O-1831 Buckow

Prof. Dr. Hans Oelke, Zoologisches Institut der Universität Göttingen, Berliner Str. 28, 3400 Göttingen, Tel. 0551/39 54 02

Dr. Helmut Ranftl, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Institut für Vogelkunde, Triersdorf, Am Kreuzweiher 3, 8825 Weidenbach, Tel. 09826/97 30

Marion und Dr. Bernd Riedel, Lindenhof 3, O-5701 Seebach

Dr. Rudolf Roßbach, Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland, Steinauer Str. 44, 6000 Frankfurt/M 60, Tel. 069/41 15 32

Prof. Dr. Harald A. Rüssel-Sinn, Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 3000 Hannover, Tel. 0511/85 67 544

Dr. Erwin Rudolf Scherner, Gesellschaft für biologische Landeserkundung, Im Wiesengrund 5a, 4594 Garrel, Tel. 04474/83 81

Gotthard Steiner, Schunter Str. 15, 3300 Braunschweig, Tel. 0531/34 64 55

Dr. Alexander Waschulewski, Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 3000 Hannover, Tel. 0511/85 67 544

Prof. Dr. Michael Wink, Universität Heidelberg, Institut für Pharmazeutische Biologie, Im Neuenheimer Feld 364, 6900 Heidelberg, Tel. 06221/56 28 80

Kathrin Wolf, Lindenhof 3, O-5701 Seebach

Dr. Niklaus Zbinden, Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach, Tel. 0041/99 00 22